



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA: APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES (CBM), PARA VEHÍCULOS Y MAQUINARIA PESADA DEL ÁREA AUTOMOTRIZ DEL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN.

AUTOR: AYALA VILLARREAL JHON JAIRO

DIRECTOR: ING. CARLOS NOLASCO MAFLA YÉPEZ

Ibarra, Julio 2018

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

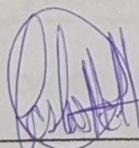
En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES (CBM), PARA VEHÍCULOS Y MAQUINARIA PESADA DEL ÁREA AUTOMOTRIZ DEL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN" presentado por el señor: AYALA VILLARREAL JHON JAIRO con número de cédula 0401539598, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 16 días del mes de julio del 2018.

Atentamente:



ING. CARLOS MAFLA.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de texto completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO	
CEDULA DE IDENTIDAD:	0401539598
APELLIDOS Y NOMBRES:	AYALA VILLARREAL JHON JAIRO
DIRECCIÓN:	Tulcán, Vía Sta. Rosa de Taques
EMAIL:	jjayalav@outlook.com / jjayalav@utn.edu.ec
TELEFONO FIJO:	(06) 245-870 TELEFONO MÓVIL: 0981172343
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES (CBM), PARA VEHÍCULOS Y MAQUINARIA PESADA DEL ÁREA AUTOMOTRIZ DEL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN"
AUTOR:	AYALA VILLARREAL JHON JAIRO
FECHA:	16/07/2018
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO

TITULO POR EL QUE OPTA	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR/DIRECTOR	ING. CARLOS MAFLA MSc.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

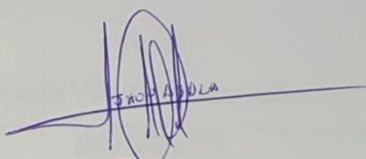
Yo, AYALA VILLARREAL JHON JAIRÓ con cédula de identidad Nro. 0401539598, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital. Autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional, uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original, se la desarrollo sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto, la obra es original, es el titular de los derechos patrimoniales por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de julio del 2018

AUTOR



Firma

Ayala Villarreal Jhon Jairo

0401539598

C.C

Facultado por resolución de Concejo Universitario



CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **AYALA VILLARREAL JHON JAIRO**, con cédula de identidad Nro. **0401539598**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **"APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES (CBM), PARA VEHÍCULOS Y MAQUINARIA PESADA DEL ÁREA AUTOMOTRIZ DEL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN"** que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Técnica del Norte quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jhon Jairo Ayala", is written over a horizontal line.

Firma

Ayala Villarreal Jhon Jairo

0401539598

C.C

Ibarra, a los 16 días del mes de julio del 2018

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres: Bayardo Bolívar Ayala Montenegro y Marina Esthela Villarreal Castillo por apoyarme, estar a mi lado dándome ánimo cuando más lo necesité, por los conocimientos, consejos brindados, por ser unos padres ejemplares de los cuales cada paso realizado y cumplido es gracias a ellos.

A mis hermanos, a mi abuelita y amigos por ser parte fundamental del apoyo y fortaleza brindada en el transcurso de la realización de mi proyecto de grado

Jhon Jairo Ayala V.

AGRADECIMIENTO

A la vida brindada por mi creador, la paciencia y salud para poder lograr avanzar cada uno de los procesos a desarrollar en el transcurso de la carrera.

A cada uno de los docentes de la carrera por sus sabias orientaciones, a la Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de superarme y adquirir los conocimientos necesarios en el proceso de educación superior.

Al GAD Municipal de Tulcán, por la colaboración y acogida brindada en el transcurso del proceso de elaboración del proyecto de grado.

Al Ing. Carlos Mafla quien se encargó de guiarme por el mejor camino de elaboración del proyecto de grado.

A mi familia por ser el pilar fundamental, brindándome apoyo, consideración y autoestima para poder culminar este proyecto de grado

Jhon Jairo Ayala V.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.	2
1.3. Formulación del problema	3
1.4. Delimitación	3
1.4.1. Temporal	3
1.4.2. Espacial	4
1.5. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo general.	4
1.5.2. Objetivos específicos.	4
1.6. Justificación	5
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Historia del mantenimiento.	7
2.2. Definición de mantenimiento.	7
2.3. Importancia del mantenimiento.	8
2.4. Objetivos del mantenimiento	9
2.5. Tipos de mantenimiento.	9
2.5.1. Mantenimiento predictivo.	10
2.5.2. Mantenimiento preventivo.	11
2.5.3. Mantenimiento correctivo.	12
2.6. Mantenimiento basado en condiciones (CBM).	13
2.6.1. Historia del mantenimiento (CBM)	14
2.6.2. Objetivos del CBM.	15

2.7. Métodos de análisis del sistema CBM.	15
2.7.1. Adquisición de datos.	16
2.7.2. Procesamiento de datos.	17
2.7.3. Mantenimiento según la fabricación.	17
2.8. Plan de mantenimiento	18
2.8.1. ¿Qué es un software de mantenimiento?	18
CAPÍTULO III	20
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	20
3.1. Mantenimiento (cbm), en el gad municipal de tulcán.	20
3.2. Sistema de mantenimiento utilizado en el GADMT	20
3.3. Planes de mantenimiento	22
3.3.1. Plan de mantenimiento camionetas.	23
3.3.2. Plan de mantenimiento camiones, buses.	24
3.3.3. Plan de mantenimiento volquetas/recolectores	25
3.3.4. Plan de mantenimiento maquinaria pesada.	27
3.4. Codificación flota vehicular del GADMT	28
3.5. Planes de mantenimiento aplicados en el GADMT.	30
3.6. Pagos de mantenimiento por empresas sin CBM Y MP9	31
3.6.1. Contrato indusnav presupuesto sin CBM Y MP9	31
3.6.2. Contrato imbauto presupuesto sin CBM Y MP9	32
3.6.3. Contrato austral presupuesto sin CBM Y MP9	32
3.6.4. Total, pago semestral sin CBM Y MP9	33
3.7. Software MP9	33
3.8. Módulos de trabajo en software MP9.	34
3.9. Funcionamiento del software MP9	35
3.9.1. Ordenes de mantenimientos próximos.	40
3.9.2. Control de lecturas.	41
3.10. Pagos de mantenimiento por empresas con CBM Y MP9.	47
3.10.1. Contrato indusnav presupuesto con CBM Y MP9	47
3.10.2. Contrato imbauto presupuesto con CBM Y MP9	48
3.10.3. Contrato austral presupuesto con CBM Y MP9	48
3.11. Total, pago semestral con CBM Y MP9	49

CAPÍTULO IV	50
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	50
4.1. Descripción de mantenimiento aplicado en el GADMT	50
4.2. Pagos por empresas sin y con aplicación de CMB Y MP9.	51
4.3. Pagos trimestrales sin y con aplicación de CBM Y MP9.	51
4.4. Comparación de porcentaje sin y con CBM Y MP9	52
4.5. Cálculo de proyección de pago anual con CBM Y MP9.	54
 CAPÍTULO V	 55
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1. Conclusiones	55
5.2. Recomendaciones	56
 BIBLIOGRAFÍA	 57
 ANEXOS	 63

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NUM.	PÁGINA
3.1 Codificación flota vehicular y maquinaria	28
3.2 Clasificación de empresas por pago de mantenimiento	31
3.3 Pagos Indusnav 2017 sin CBM y MP9	32
3.4 Pagos Imbauto 2017 sin CBM y MP9	32
3.5 Pagos Austral 2017 sin CBM y MP9	33
3.6 Pago semestral sin aplicación CBM y MP9	33
3.7 Pagos Indusnav 2017-2018 con CBM y MP9	47
3.8 Pagos Imbauto 2017-2018 con CBM y MP9	48
3.9 Pagos Austral 2017-2018 con CBM y MP9	48
3.10 Pago semestral con aplicación CBM y MP9	49
4.1 Gastos de Mantenimiento por empresas	51
4.2 Gastos en comparación por meses	52
4.3 Porcentajes semestrales año 2017 y 2018	53
4.4 Porcentajes comparativos entre el año 2017 y 2018	53
4.5 Proyección a 1 año con uso de MP9 y CBM 2018	54

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NUM.	PÁGINA
2.1	Tipos de mantenimiento. 10
3.1	Plan de mantenimiento (excel). 21
3.2	Orden de mantenimiento. 22
3.3	Plan de mantenimiento camionetas (excel). 24
3.4	Plan de mantenimiento camiones, buses (excel). 25
3.5	Plan de mantenimiento volquetas (excel). 26
3.6	Plan de mantenimiento maquinaria pesada (excel). 27
3.7	Catálogos/Equipos 35
3.8	Catálogos/Planes 36
3.9	Catálogos/Mano de obra 37
3.10	Catálogos/Proveedores y Servicios 38
3.11	Mantt. Rutinario/Asociación Equipos-Planes 38
3.12	Mantt. Rutinario/Mantenimientos Iniciales 39
3.13	Mantt. Rutinario/Mantenimientos Próximos 40
3.14	Mantt. Rutinario/Equipos fuera de servicio 41
3.15	Control de Lecturas/Registro de lecturas 41
3.16	Lecturas/Promedios de uso mensual 42
3.17	Control de lecturas/Historial de Lecturas 43
3.18	OTs/Fase 1 generador de OTs 44
3.19	OTs/Fase2-OTs Abiertas 44
3.20	OTs/Fase3-OTs Abiertas listas P-Cerrar 45
3.21	OTs/Fase 4 Historial OTs Cerradas 46
3.22	Calendarios/Condensado Anual (por Equipo) 46
AI. 1	Uso del software MP9 por el jefe de talleres GADMT 64
AI. 2	Uso del software MP9 por el jefe de talleres GADMT 64
AI. 3	Uso del software MP9 por el asesor de talleres GADMT 65
AI. 4	Uso del software MP9 por el asesor de talleres GADMT 65
AII. 1	Camioneta Chevrolet Luv D-Max gris GADMT. 66
AII. 2	Camioneta Chevrolet Luv D-Max gris GADMT. 66
AII. 3	Camioneta Chevrolet Luv D-Max dorada GADMT. 67

AII. 4	Camioneta Chevrolet Luv D-Max dorada GADMT.	67
AII. 5	Camioneta Ford F-150 blanca GADMT.	68
AII. 6	Camioneta Ford F-150 blanca GADMT.	68
AII. 7	Jeep Gran vitara SZ gris GADMT.	69
AII. 8	Jeep Gran vitara SZ plomo GADMT.	69
AII. 9	Jeep Gran vitara SZ plomo GADMT.	70
AII. 10	Bus Volkswagen negro GADMT.	70
AII. 11	Bus Volkswagen negro GADMT.	71
AII. 12	Bus Internacional negro GADMT.	71
AII. 13	Bus Internacional negro GADMT.	72
AII. 14	Camión Chevrolet NPR azul GADMT.	72
AII. 15	Camión Chevrolet NPR azul GADMT.	73
AII. 16	Camión Chevrolet NQR blanco GADMT.	73
AII. 17	Camión Chevrolet NPR blanco GADMT.	74
AII. 18	Cabezal/cama baja Nissan azul GADMT.	74
AII. 19	Cabezal/cama baja Nissan azul GADMT.	75
AII. 20	Cabezal/cama baja Nissan blanco GADMT.	75
AII. 21	Cabezal/cama baja Nissan blanco GADMT.	76
AII. 22	Volqueta FVR blanca GADMT.	76
AII. 23	Volqueta Chevrolet FVR blanca GADMT.	77
AII. 24	Volqueta Hino GH tomate GADMT.	77
AII. 25	Volqueta Hino GH tomate GADMT.	78
AII. 26	Volqueta Chevrolet FVR blanca GADMT.	78
AII. 27	Volqueta Chevrolet FVR blanca GADMT.	79
AII. 28	Recolector Volkswagen blanco GADMT.	79
AII. 29	Recolector Hino GH blanco GADMT.	80
AII. 30	Recolector Internacional Gris GADMT.	80
AII. 31	Recolector Internacional Gris GADMT.	81
AII. 32	Retroexcavadora New Holland amarilla GADMT.	81
AII. 33	Motoniveladora New Holland amarilla GADMT.	82
AII. 34	Rodillo Sakai amarillo GADMT.	82
AII. 35	Excavadora New Holland amarilla GADMT.	83
AIII. 1	Certificado GADMT	84

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NUM.	PÁGINA
1. Utilización del software MP9 por jefe y asesor de talleres del GAD Municipal de Tulcán	64
2. Flota vehicular y maquinaria pesada	66
3. Certificado otorgado por el GAD Municipal de Tulcán	84

RESUMEN

En el Ilustre Municipio de la Ciudad de Tulcán, se presentan necesidades establecidas por la Jefatura de Talleres, siendo necesario aplicar un sistema de Mantenimiento Basado en Condición (CBM), para la flota vehicular y maquinaria pesada, el cual se encarga de mantener el funcionamiento en condiciones de trabajo óptimo y generar un control detallado de la realización de mantenimientos preventivos y correctivos a través del Software MP9, dicho programa informático aporta al sistema CBM, el cual genera orden en trabajos a realizarse según fechas establecidas, costos de mantenimiento, disminuye el porcentaje de desorganización, tiempo de realización de mantenimientos (preventivo o correctivo) y codificación de máquinas y vehículos por medio de catálogos. Dentro del trabajo aplicado se estudia el funcionamiento del Mantenimiento Basado en Condiciones (CBM), como funciona dicho sistema y porque es importante aplicarlo en una institución o empresa. Existen distintos sistemas aplicables de cualquier forma según la utilidad necesaria, puede ser de manera preventiva o correctiva. Para llevar a cabo de manera efectiva el objetivo principal del trabajo realizado es necesario implementar un software especializado, el cual se encargará de: organización, planificación y ejecución de las ordenes programadas en tiempos y fechas establecidas según se indica, toma en cuenta las necesidades de cada vehículo y máquina en funcionamiento, además cumple con la tarea de llevar a cabo el registro de mantenimientos correctivos según sea necesario, juntamente con una base de datos e historial de cada uno de los vehículos y máquinas que consten dentro del software, todos estos aspectos de trabajo son desarrollados con información que justifica el funcionamiento de las unidades y genera alarmas de mantenimiento por aplicarse o a la vez si está fuera de las fechas y horas establecidas según lo programado. Este trabajo de grado se encarga de analizar la reducción de costos de mantenimiento según la aplicación del sistema CBM y la programación del software a máquinas y vehículos en un periodo de funcionamiento de seis meses laborables, por lo que se concluye que es de gran importancia y utilidad para la Jefatura de talleres, además tiene la factibilidad de disminuir costos y demostrar la efectividad del sistema de mantenimiento (CBM) con los beneficios que brinda el Software MP9, mismo que es implementado y utilizado para el desarrollo de dicho sistema.

ABSTRACT

In the Illustrious Municipality of the City of Tulcán, the needs are established by the Works Headquarters, and it is necessary to apply a Condition Based Maintenance system (CBM) for the vehicle fleet and heavy machinery. This will be in charge of maintaining the operation in optimal working conditions and to be able to generate a more detailed control of the performance in preventive and corrective maintenance using the MP9 specialized software. This computer program contributes to the CBM system by generating order in the work to be carried out according to established dates, maintenance costs. This decreases the percentage of disorganization, time of performing maintenance depending on whether it is: preventive or corrective, coding of machines and vehicles through catalogs. Within the applied work, the operation of Condition Based Maintenance (CBM) is studied, detailing how this system works, and why it is important to apply it in an institution or company. There are different systems applicable in any way depending on the necessary utility. It can be preventive or corrective. In order to effectively carry out the main objective of the work, it is necessary to implement a specialized maintenance software, which will be responsible for: the organization, planning and execution of the scheduled orders in times and dates established as indicated. All these, taking into account the needs of each vehicle and machine in operation. It also fulfills the task of carrying out the registration of corrective maintenance as necessary, together with a database and history of each of the vehicles and machines included in the software. All these aspects of work were developed taking into account information that justifies the operation of the units, generating maintenance alarms to be applied or at the same time if it is outside the dates and times established as scheduled. This work is responsible for analyzing the reduction of maintenance costs according to the application of the CBM system and the programming of the software to machines and vehicles in a period of operation of six working months, proving that it is of great importance and usefulness for the Headquarters of workshops. So, it can be concluded that; there is the feasibility of reducing the costs of payment for maintenance and demonstrate the effectiveness of the maintenance system (CBM) with the benefits provided by the MP9 Software, which was implemented and used for the development of said system.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente trabajo es aplicar un sistema de Mantenimiento Basado en Condiciones (CBM), junto con un Software de mantenimiento informático programado que facilite el registro de funcionamiento del parque automotor en la jefatura de talleres del GAD Municipal de Tulcán, dicho software con la aplicación del sistema (CBM), puede llevar a cabo un plan de órdenes de mantenimiento según sea la necesidad del vehículo o máquina en funcionamiento, se utilizó análisis de desempeño diario en distintas rutas asignadas, además mediante el Software se puede ingresar y obtener información como: fichas técnicas de cada vehículo o máquina, ordenes de mantenimiento realizadas, por realizar o que no se ejecutaron, los tiempos de paro por mantenimientos programados y los no programados.

La jefatura de Talleres del GAD Municipal de Tulcán carece de un sistema de mantenimiento que contenga parámetros de funcionamiento óptimos para el desarrollo de trabajos realizados por maquinaria o vehículos livianos, por lo que se ve la necesidad de utilizar un programa informático, que ayude al desempeño de procesos en mantenimiento que requiera el área de talleres, pueden ser preventivos o correctivos.

Por falta de orden en mantenimientos en el área automotriz de la Jefatura de Talleres, es necesario utilizar el sistema de mantenimiento CBM y el Software MP9, los cuales trabajan con información y documentación que será utilizada durante el proceso de aplicación, demuestra el desempeño óptimo en creación de órdenes de mantenimiento, almacenamiento y documentación detallada ya sea antigua o presente de toda la flota vehicular y maquinaria en funcionamiento.

El proyecto se encuentra conformado por puntos conceptuales que determinan él porque del proyecto, inicia con: la investigación del problema, como disminuirlo o a su vez eliminarlo en su totalidad. Se compone de un marco teórico el cual conceptualiza el desarrollo del tema, analiza el principal objetivo del sistema (CBM) y estudia los tipos de mantenimiento utilizados dentro de la actualidad Industrial.

La propuesta se desarrolla dentro del trabajo de aplicación, se encarga del estudio de sistemas de mantenimiento empleados con anterioridad en la Jefatura de Talleres correspondiente al área automotriz, también analiza la creación de catálogos sobre maquinaria y vehículos codificados, por lo que es necesario verificar la elección del software de mantenimiento a implementarse juntamente con el sistema CBM, mismos

que aporten en el funcionamiento, orden y ahorro económico en el GAD Municipal de Tulcán.

Como proceso final se concluye con análisis y resultados, que demuestran el desarrollo matemático, con la finalidad de obtener datos reales de la factibilidad del proyecto de aplicación, seguido de bibliografía utilizada como aporte de investigación detallada, con anexos demostrativos del desarrollo claro, concreto y real del tema.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES

Ecuador es un país que se divide políticamente en provincias y cantones, los cuales son dotados con áreas automotrices para desarrollar trabajos propuestos por las autoridades que dirijan dichas instituciones de Gobierno. Cada cantón está compuesto por municipios encargados de generar el bienestar del sector, en el área automotriz de dichos municipios se ha realizado la aplicación de sistemas de mantenimiento acorde a la utilidad de los vehículos y maquinaria pesada.

En el GAD de Cotacachi se aplicó un programa de mantenimiento productivo total obteniendo resultados favorables para la institución. Se realizó un análisis de reducción de costos de mantenimiento en vehículos y maquinaria en un periodo de seis meses, esto determina que el proyecto de estudio e implementación del software de mantenimiento en el GAD de Santa Ana de Cotacachi, a través de sus benéficas características logra una mitigación de costos en un 13,12 % del presupuesto anual (Guaján Morán, 2016, pág. 91). Dicho tema de estudio e implementación es un ejemplo de resultados obtenidos por la aplicación de sistemas de mantenimiento que ha realizado cambios notables dentro del área automotriz, mejorando la eficiencia de trabajo y la disminución de costos que favorecen al GAD de Cotacachi.

La aplicación de sistemas de mantenimiento en entidades públicas o privadas ha generado cambios notables de organización y planificación. El Ilustre Municipio de la ciudad de Tulcán cuenta con áreas de mantenimiento automotriz que realizan trabajos según el tipo de vehículo o maquinaria pesada. El área automotriz ha realizado durante los últimos años el control de mantenimiento mediante una tabla de datos creada en excel, que se encarga de generar el plan de trabajo de los técnicos en tiempos y fechas específicas. El GAD Municipal de Tulcán está dotado de vehículos encargados de cumplir tareas requeridas según lo programado diariamente por la institución. “Los vehículos del sector público y de las entidades de derecho privado que administran recursos públicos, se destinarán a labores estrictamente oficiales y

para la atención de emergencias nacionales o locales” (Pólit Faggioni, 2014, pág. 2). Los vehículos y maquinaria pesada cumplen funciones determinadas en tiempos no programados, ya que existen obras del cantón que pueden llevar mayor tiempo de creación y por ende mayor tiempo de funcionamiento. Desde la creación del área automotriz en el GAD Municipal de Tulcán, ha utilizado el sistema de mantenimiento requerido según la máquina en funcionamiento, el sistema de mantenimiento mayormente utilizado en talleres municipales es el mantenimiento preventivo.

“Este consiste en seguir las recomendaciones del fabricante, que se encuentran en el manual del auto, incluyen el tipo de servicio y los espacios de tiempo en que deben realizarse las operaciones de mantenimiento” (Bermúdez , 2013, pág. 8). Los avances tecnológicos en los sistemas de mantenimiento se han desarrollado de manera adecuada, con el objetivo de optimizar el ciclo de vida de máquinas en funcionamiento. Existen sistemas de mantenimiento a implementar en talleres automotrices, uno de los sistemas que cumple las especificaciones de mantenimiento referente a avances tecnológicos, disminución de problemas mecánicos y económicos es el sistema de Mantenimiento Basado en Condición (CBM). “CBM puede ser tratado como un método utilizado para reducir la incertidumbre de las actividades de mantenimiento y se lleva a cabo de acuerdo con los requisitos indicados por la condición del equipo” (Jong-Ho & Hong-Bae, 2015, pág. 119).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El GAD Municipal de Tulcán cuenta con vehículos y maquinaria pesada que realizan diferentes trabajos alrededor del cantón, ya sea en el sector urbano o rural, dichos vehículos se exponen a trabajos en distintas condiciones de utilidad, como: utilización de maquinaria pesada para generar obras de construcción planificadas por las autoridades pertinentes, vehículos livianos para transportar autoridades y personal de trabajo a distintos sectores del cantón según lo requiera el Municipio, volquetas para transporte de material de construcción y recolectores de basura. Los vehículos y maquinaria pesada carecen de un mantenimiento apropiado, el control de trabajo que realiza cada máquina debe ser registrado mediante datos de información guardados

en tablas de funcionamiento creadas por el jefe de talleres, razón por la cual se generan problemas por esfuerzo mecánico, mayor consumo de combustible y aumento de costos anuales por reparaciones o mantenimientos correctivos.

El área automotriz del GAD Municipal de Tulcán está equipada de un programa informático que carece de funciones adecuadas para llevar un control específico de vehículos, maquinaria pesada, trabajadores dentro del área y genera problemas en el desempeño de trabajo del jefe de taller. Además, no cuenta con una adecuada codificación del parque automotor y personal encargado de realizar trabajos en cronogramas de mantenimiento. Esto genera mayor costo por daños de vehículos, juntamente con la maquinaria pesada y paros de obras que realice la Municipalidad.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo aplicar el sistema de mantenimiento basado en condiciones (CBM), en el GAD Municipal de Tulcán?

1.4. DELIMITACIÓN

La delimitación dentro del proyecto es: temporal y espacial.

1.4.1. TEMPORAL

El presente proyecto se llevará a cabo durante 9 meses desde el mes de octubre del 2017 hasta el mes de julio del 2018

1.4.2. ESPACIAL

Este proyecto se llevará a cabo en el cantón Tulcán, provincia Carchi, que será desarrollado en la Universidad Técnica del Norte.

1.5. OBJETIVOS

Son aquellos que demuestran hasta donde se puede realizar el proceso de investigación, creación o aplicación de sistemas que aporten al campo investigativo en cualquier ámbito educativo.

1.5.1. OBJETIVO GENERAL.

Aplicar el Sistema de Mantenimiento Basado en Condiciones (CBM), para vehículos y maquinaria pesada del área Automotriz del GAD Municipal de Tulcán.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar la respectiva codificación de cada vehículo y maquinaria pesada del área Automotriz.
- Disminuir tiempos de paradas inesperadas en vehículos y maquinaria pesada utilizando el sistema de mantenimiento CBM juntamente con un software especializado.
- Optimizar la vida útil por parámetros de mantenimiento utilizados en vehículos y maquinaria pesada en funcionamiento del GAD Municipal de Tulcán.
- Disminuir costos de mantenimiento de vehículos y maquinaria pesada en un 10 %, al presupuesto anual adquirido por el GAD Municipal de Tulcán.

1.6. JUSTIFICACIÓN

El uso de un sistema de mantenimiento, aplicado a vehículos y maquinaria pesada en talleres automotrices de municipios de diferentes cantones del país, es de gran ayuda en avances de producción y disminución de gastos de mantenimiento. En el GAD Municipal de Tulcán, el sistema de Mantenimiento Basado en Condiciones (CBM) controlado por un software informático, es muy importante ya que genera mayor control de funcionamiento de máquinas, vehículos y mejor desempeño del personal encargado de realizar trabajos dentro de esta área.

“Mantenimiento Basado en Condición (CBM) es ampliamente aceptado y usado como una estrategia de mantenimiento económicamente eficaz, capaz de anticipar el fracaso, sin un esfuerzo económico innecesario” (Jantunen, Arnaiz, Baglee, & Fumagalli, 2014, pág. 2). Los técnicos de mantenimiento de esta área se encuentran capacitados para desarrollar cualquier sistema de mantenimiento planteado, y desarrollarlo en horas específicas según lo requiera el jefe de taller. El CBM es un sistema de Mantenimiento Basado en la Condición que se encarga de predecir las posibles fallas en maquinaria y vehículos que se encuentren en funcionamiento.

CBM está compuesto por tres pasos; la adquisición de datos consiste en la obtención de información relevante para determinar la salud del sistema; procesamiento de datos es el análisis y la comprensión de la información obtenida, en el tercer paso, se toma una decisión de mantenimiento (Barraza Barraza , 2014, pág. 2). Los pasos de funcionamiento del CBM deben ser aplicados en fechas y tiempos exactos para obtener información adecuada y específica, de esta manera el desempeño del sistema aplicado cumple un proceso de desarrollo ordenado y completo.

El tercer paso del sistema de mantenimiento CBM es importante ser ejecutado en el GAD Municipal de Tulcán de manera óptima y capacitada, con la finalidad de solucionar o evitar posibles daños de vehículos y maquinaria pesada. Las decisiones de mantenimiento están incluidos en dos categorías principales de técnicas: el diagnóstico y el pronóstico; el diagnóstico incluye todas las técnicas desarrolladas para determinar si hay algún problema con el equipo, cuyo componente es defectuoso

y determina la naturaleza de tales fallas, el pronóstico por otro lado, cubre la predicción de fallas y la estimación de tiempo que queda antes de que ocurra una falla de funcionamiento (Barraza Barraza , 2014, pág. 2).

Para el desarrollo del sistema CBM en los vehículos y maquinaria pesada es importante tener un análisis de funcionamiento acorde al manual de especificaciones, de modo que trabaje con estrategias de mantenimiento que se desarrollan con la obtención de datos previamente recolectados. La estrategia basada en condición se caracteriza por la utilización de información de los equipos tales como: el resultado de inspecciones, resultados históricos de pruebas, diagnósticos de fallas, información del comportamiento de los equipos ante eventos del sistema, datos de diseño y funcionamiento nominal (Martínez Giraldo L. A., 2014, pág. 23).

La aplicación del sistema de mantenimiento CBM crea un desarrollo óptimo de trabajo y disminuye costos de mantenimiento, lo cual favorece al GAD Municipal de Tulcán, ya que reducirá el tiempo de paradas imprevistas o aplicación de mantenimientos correctivos de la maquinaria que realice obras de trabajo en distintos sectores del cantón y se optimiza el desempeño del personal de mantenimiento con operadores de vehículos y maquinaria pesada.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO.

La historia del mantenimiento acompaña al desarrollo Técnico Industrial de la humanidad, al final del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones, hasta 1914 el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo personal de operación y producción (Burbano , 2013, pág. 19). El mantenimiento tuvo acogida por la empresa de autos Ford Motor Company, con el paso del tiempo se implementó en cada una de las grandes y pequeñas empresas, con la finalidad de obtener control y orden de vehículos y máquinas que realizarán dicho mantenimiento, además una de las ventajas es reducir problemas de funcionamiento inesperados que genere mayores gastos en la empresa.

En 1950 un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y dispositivos (Mora, 2011, pág. 15). Al ver la problemática del mantenimiento correctivo por motivo de que el componente mecánico deja de estar en condiciones de funcionamiento, decidieron analizar y crear el sistema de mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo inicio con cualidades favorables para la producción y desempeño de trabajo en vehículos y maquinaria, de esa manera las asociaciones nacionales decidieron ejecutar un análisis extenso, con la ayuda de instrumentos de medición y precisión se genera datos de predicción y prevención de posibles fallas, al poder obtener esta información se crea el mantenimiento predictivo.

2.2. DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas y que éstos continúen en servicio para

el cual fueron diseñados (Botero G, 1991, pág. 22). Cada una de las actividades en desarrollo dentro del mantenimiento aplicado, cumple parámetros de funcionalidad y de optimización para el proceso que desempeñe la máquina. En general, el mantenimiento se define como todas las acciones técnicas y de gestión tomadas durante la temporada de uso para mantener o restablecer la funcionalidad requerida de un producto o un activo (Ho Shin & Bae Jun, 2015, pág. 119).

El mantenimiento se caracteriza por su aporte técnico en el ámbito industrial, genera apoyo económico notable, dichos aportes son de gran interés para grandes y medianas empresas. Los parámetros de funcionamiento son estrictamente realizados en límites establecidos por planes generados, si el mantenimiento es desarrollado en horas y fechas exactas la prolongación de la máquina o equipo es duradera y con alto índice de producción en beneficio de quien lo aplique.

2.3. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO.

El mantenimiento cumple funciones destinadas a una buena estabilidad de funcionamiento y desempeño de máquinas o equipos, además se encarga de realizar procesos de verificación, prevención y corrección, según sea el estado de cualquier sistema que necesite mantenimiento.

El mantenimiento incluye acciones preventivas y correctivas llevadas a cabo para conservar un sistema o restaurarlo al estado de funcionamiento, las estrategias de mantenimiento óptimas tienen por objeto proporcionar fiabilidad del sistema, disponibilidad y rendimiento de seguridad en lo más bajo posible los costes de mantenimiento (Anh Nguyen , Grall, & DO, 2014, pág. 229). Una máquina que carece de registro de funcionamiento y planes de mantenimiento a realizar, tiene la probabilidad de durar un periodo corto de trabajo y su desempeño será mínimo comparado con maquinaria que tenga un cronograma específico y detallado. El mantenimiento desempeña trabajos enfocados a durabilidad de componentes que formen parte de sistemas en funcionamiento y alarga la vida útil según fechas y horas de trabajo que recomiende el manual de operación

2.4. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento, independientemente de la empresa en que se desarrolle, debe lograr la reducción de averías imprevistas y tiempo de reparación, procurar la prolongación de la vida útil de los componentes, lograr los efectos del ahorro de recursos y con ello, reducir el costo de mantenimiento de las instalaciones y contribuir a mejorar la calidad de los productos (De la Paz Martínez & López Espinosa , 2014, pág. 48). Si el mantenimiento es desarrollado de manera eficiente, correcta y ordenada, los procesos planificados en la empresa son desarrollados sin problema y la capacidad de producción es adecuada y genera confiabilidad al cliente. El objetivo más importante del mantenimiento es asegurar que la instalación estará en disposición de producir un mínimo de horas determinado del año, es un error pensar que el objetivo de mantenimiento es conseguir la mayor disponibilidad posible (100 %) puesto que esto puede llegar a ser muy caro y anti rentable (Reportero Industrial, 2016, pág. 1).

Los mantenimientos generan mayor seguridad y desempeño de la máquina, vehículo o equipo que se aplique un sistema de apoyo para generar mayor durabilidad dentro de una empresa. El mantenimiento son todas aquellas actividades necesarias para mantener el equipo e instalaciones en condiciones adecuadas para la función que fueron creadas (Zúñiga E. , 2016, pág. 4).

2.5. TIPOS DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento se desempeña por los resultados brindados al paso del tiempo en distintos lugares de trabajo, se toma en cuenta que la mayor parte de aplicación, es el campo automotriz.

Los tipos de mantenimiento más usados son:

- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.



Figura 2.1 Tipos de Mantenimiento.

Fuente: (Turnero Astros , 2015, pág. 7).

La Figura 2.1 muestra los tipos de mantenimiento más usados en la actualidad, cada sistema de mantenimiento cumple un rol importante dentro de una empresa, se encarga de crear durabilidad, confiabilidad y desempeño favorable para la producción que genere la máquina o equipo en funcionamiento, además tiene la finalidad de alargar la vida útil del componente mecánico al cual es aplicado.

2.5.1. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Se han desarrollado muchas técnicas de mantenimiento predictivo, pero las más aplicadas son las que incluyen análisis de vibraciones, análisis espectral de corriente, emisiones térmicas y análisis de aceites (Villada , Moreno, & Valencia, 2016, pág. 100). El mantenimiento predictivo se caracteriza por predecir las posibles actividades a realizar en tiempos específicos y se encarga de llevar en regla cada proceso a desarrollar en talleres mecánicos. El mantenimiento predictivo es un proceso generado mediante información adquirida para determinar o predecir, posibles problemas a futuro o generar planes de mantenimiento que serán aplicables según el funcionamiento y ocupación de la máquina. A través de este tipo de mantenimiento y una vez detectada las averías, se puede de manera oportuna, programar las

correspondientes reparaciones sin que se afecte el proceso de producción y prolonga con esto la vida útil de las mismas (Olarte C, Botero A, & Cañon A, 2010, pág. 224).

Ventajas

- Se necesita menor personal para realizar el mantenimiento y genera mayor confiabilidad.
- Se puede obtener mayor control de funcionamiento del vehículo o máquina.
- La duración de distintos componentes utilizados en sistemas de la máquina o vehículo tienen mayor durabilidad en funcionamiento.

Desventajas

- Carece de conocimientos más profundos, por ejemplo: el reemplazo de un componente dañado.
- Al realizar el mantenimiento predictivo el costo aumenta, ya que se usa equipos especializados que generan mayor exactitud.
- Contar con personal altamente especializado y calificado para desarrollar el mantenimiento con gran facilidad y fiabilidad.

2.5.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Se basa en el concepto de inspección permanentemente en forma visual, manual y auditiva todas las variables que afectan al equipo (Orozco Murillo , 2017, pág. 67). Por lo general el mantenimiento preventivo, como su nombre lo indica, previene posibles daños inesperados de sistemas en funcionamiento, algunos de los parámetros que debe cumplir son:

- Limpieza
- Ajuste
- Lubricación
- Revisión
- Alineación

Los respaldos de mantenimientos realizados, son de apoyo para obtener una base de registro que se utilice en el análisis y prevención de posibles daños. El Mantenimiento Preventivo Total (TPM) es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia y competitividad, lo que supone cumplir con especificaciones de calidad, tiempo y costo de la producción (García Alcaráz & Pérez Rico, 2015, pág. 115). El mantenimiento preventivo es un sistema de gran utilidad para disminuir posibles daños que afecten económicamente al proceso de producción que se realice por medio del funcionamiento de una máquina o equipo, dicho sistema de mantenimiento realizado de manera correcta en horarios y fechas establecidas, genera gran aporte económico y confiabilidad para desarrollar trabajos sin paros inesperados.

Ventajas

- Disminuye posibles fallas o pérdidas de lubricantes que generen daños en sistemas en funcionamiento.
- Disminuye la probabilidad de generar paros de funcionamiento imprevistos.
- Genera mayor confiabilidad y mejor control de funcionamiento en los sistemas.
- El costo es bajo y no requiere de mucho personal encargado.

Desventajas

- El personal encargado debe tener conocimientos de los parámetros de mantenimiento según el manual.
- No se puede tener datos exactos de desgastes o fallas internas de sistemas que no se puede apreciar.

2.5.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

El mantenimiento correctivo cumple parámetros específicos que se realizan según la utilidad de la máquina o vehículo. El mantenimiento se aplica si el error o daño ocurrió repentinamente y se tiene la emergencia de repararse con rapidez para evitar la no

productividad y que no haya la pérdida de daños materiales o cualquier conflicto con el usuario (Vázquez Sánchez, 2014, pág. 64). Al generar planes de mantenimiento se puede establecer parámetros de funcionamiento como referencia para aplicar el mantenimiento correctivo a una máquina o equipo, con el fin de evitar pérdidas de tiempo para realizar dicha actividad en el menor tiempo posible, caso de no generar planes o fechas para aplicar el mantenimiento correctivo, provoca un alargue de paro en el funcionamiento. Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa y se aplica si a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada (Zúñiga C. , 2014, pág. 5).

2.6. MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES (CBM).

El mantenimiento basado en la condición, en inglés denominado Condition-Based Maintenance (CBM), se realiza a partir de un análisis preliminar (por ejemplo, mediante pruebas) (Sanchez & Romero , 2014, pág. 5). El CBM es un sistema que cumple procesos al igual que otros tipos de mantenimiento, se toma en cuenta que cada uno tiene la finalidad de aportar al buen funcionamiento del parque automotor. En un sistema CBM la condición del equipo es evaluada en tiempo real, por lo general los métodos CBM se clasifican en: basados en modelos, basados en conocimiento y basados en señales (Méndez Quiroga & Oviedo Castillo, 2011, pág. 18). El mantenimiento CBM es un sistema que en comparación de otros sistemas tiene la facilidad de realizarse mediante procesos visuales y dependiendo de la condición de la máquina o vehículo.

La diferencia entre el mantenimiento basado en condición y el mantenimiento correctivo, es que el CBM se encarga de realizar parámetros según datos adquiridos, lo cual evita que se produzcan fallas inesperadas y al comparar con el mantenimiento preventivo permite tomar decisiones sobre los mantenimientos que están fuera del programa o que son innecesarios. La estrategia basada en condición se caracteriza por la utilización de información de equipos tales como: el resultado de inspecciones, resultados históricos de pruebas, diagnósticos de fallos, información del comportamiento de los equipos ante eventos del sistema, datos de diseño y

funcionamiento nominal (Martínez Giraldo L. , 2014, pág. 23). Mediante el proceso del Mantenimiento Basado en Condición se puede generar un cuadro de estado en deterioro del equipo o máquina, ya que el deterioro es inevitable según el paso del tiempo, pero es controlable si se aplica correctamente el CBM. Los equipos o máquinas pueden presentar tipos de deterioro según el mantenimiento utilizado y a su vez según la utilidad.

Tipos de deterioro en equipos:

- Por envejecimiento de los componentes.
- Fallas de fabricación.
- Malos cuidados (falta de mantenimiento).

2.6.1. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO (CBM)

El CBM apareció en los años ochenta como respuesta a evitar el mantenimiento innecesario y sus implicaciones económicas de tiempos relacionados, muchas técnicas basadas en la condición del activo permiten determinar el momento adecuado para realizar las tareas de mantenimiento y se utiliza una amplia variedad de herramientas (Barraza Barraza, 2014, pág. 1). Los sistemas de mantenimiento con el pasar del tiempo han generado aportes a grandes y pequeñas industrias a nivel mundial, además se considera que son de utilidad y su desempeño es admisible. La historia del mantenimiento se basa en generar aportes de durabilidad, evitar detener la producción y pérdidas de dinero por paros de máquinas o equipos de manera imprevista.

El sistema basado en la condición es la unión de los mantenimientos proactivo y predictivo, genera mayor aporte en realización de tareas que prolonguen la vida útil de máquinas y equipos. El mantenimiento se consideraba como un mal inevitable que sucederá en cualquier momento y que tenía que afrontarse de cualquier manera, con la finalidad de que el parque automotor trabaje y genere producción sin pérdidas de ganancia.

El CBM proporciona ganancias de productividad, genera recursos económicos y humanos en el área de mantenimiento según lo programe el sistema en

funcionamiento. Poco a poco el sistema ha ingresado en distintas empresas industriales como ayuda de gran escala generando: orden de procesos, equipos o máquinas según la utilidad.

2.6.2. OBJETIVOS DEL CBM.

Entre las ventajas que se pueden obtener a partir de un programa de CBM son: aumento de la capacidad de responder a los clientes, la seguridad, la calidad del producto, la capacidad para llevar a cabo los controles de calidad de las intervenciones de mantenimientos internos y subcontratados (Carnero , 2012, pág. 199). El sistema de mantenimiento realiza el trabajo de verificar el estado de equipos en condiciones óptimas de funcionamiento, con el fin de que no se produzcan paradas inesperadas, ni pérdidas de producción tal cual su nombre lo indica. Un objetivo importante es el análisis o condición que se encuentre la máquina, de esta manera se genera parámetros de desempeño, facilita saber cómo, cuándo y que tipo de mantenimiento es el deseado aplicar.

CBM cumple funciones de mantenimiento que aportan la vida útil de equipos y maquinaria, mediante monitoreo realizado diariamente por personal calificado y por parte del operador que este encargado. Es importante tener conocimiento del desempeño que realice la máquina, por lo que de esa manera se establece si es necesario aplicar una actividad que evite la perdida de potencia en trabajo o realizar mantenimiento correctivo si es necesario.

2.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS DEL SISTEMA CBM.

El CBM se aplica mediante un proceso de desarrollo que genera, mayor utilización del sistema. En un sistema de mantenimiento basado en la condición del equipo es evaluada en tiempo real, por lo general los métodos CBM se clasifican en: basados en modelos, basados en conocimiento y basados en señales (Quiroga Méndez & Oviedo Castillo , 2011, pág. 19). Cada método a desarrollar para poder aplicar un

sistema CBM, es de gran importancia, además se toma en cuenta que se puede usar con mayor facilidad en la empresa o sector que se lo esté utilizando. Es importante analizar dichos métodos, ya que el sistema de mantenimiento cumple estándares de funcionamiento que van de la mano con los requerimientos que necesite la institución.

Implementar el CBM para incrementar la confiabilidad y la disponibilidad de la planta, es una tarea que requiere de conocimiento y visión especializada, para hacerlo de manera efectiva y obtener los mejores beneficios, debe utilizarse la norma ISO 17359” Monitoreo de condición y diagnóstico de máquinas – Guías generales” (Trujillo C & Latín América , 2016, pág. 1).

2.7.1. ADQUISICIÓN DE DATOS.

La adquisición de datos es un factor que influye de manera importante y necesaria en el funcionamiento del Sistema de Mantenimiento Basado en Condición (CBM), y es importante aclarar que el proceso generado es por medio de: datos reales que especifican parámetros de utilidad y cuidados según el trabajo realizado. Implica elaborar un plan detallado de procedimientos que llevara a reunir datos con un propósito específico para elaborar un plan, se debe determinar las fuentes con su localización, los medios o métodos para recolectar datos y el instrumento para medir y obtener datos reales (Gamero , 2014, pág. 7).

El sistema de mantenimiento CBM trabaja mediante datos obtenidos en un periodo de tiempo realizado, de tal manera que se genera una base de información que aporte a la verificación y seguimiento del equipo o máquina, respaldándose de un software informático especializado mismo que genere planes según lo establecido por la adquisición de datos. Los datos ingresados al software se van a una base de datos, donde se crea una tabla de lecturas mismas que se pueden verificar en caso de necesitar dicha información según la fecha de ingreso.

2.7.2. PROCESAMIENTO DE DATOS.

Los datos generados serán analizados y utilizados para crear planes de mantenimiento que aporten a la vida útil de la máquina o equipo, se procesa información adquirida inicialmente, para luego comparar si existe diferencia entre datos iniciales y datos obtenidos con el sistema de mantenimiento CBM. Los resultados serán analizados con la finalidad de aplicar el sistema de mantenimiento CBM y obtener información real del estado de máquinas o equipos, en un periodo de tiempo determinado según se aplique dicho sistema.

El procesamiento de datos debe ser llevado de manera informática para obtener apoyo, mediante un software especializado que genere planes específicos en fechas y límites programados que aporten al funcionamiento de máquinas o equipos, que se aplique dicho sistema.

2.7.3. MANTENIMIENTO SEGÚN LA FABRICACIÓN.

La fabricación de componentes utilizados para el funcionamiento de sistemas de máquinas o equipos, es de vital importancia para el desempeño diario de trabajo en producción y generación de bienes al negocio. Además, un factor primordial para conocer el tipo de mantenimiento a realizarse es por medio de la fabricación del componente en funcionamiento.

Es importante realizar un diagnóstico de averías presentados en el transcurso de la vida útil de la máquina o equipo, se analiza si dichos problemas pueden generar con el paso del tiempo mayores inconvenientes que detengan al desempeño de producción, los inconvenientes se presentan ya sea por problemas de deterioro, según la fabricación o por falta de mantenimiento programado. Toffler propone, un confiado diagnóstico del futuro antes que un inseguro pronóstico (Toffler, 2016, pág. 175). Para generar decisiones de mantenimiento aplicables según lo describa el análisis del sistema CBM, se debe realizar una programación según los parámetros de funcionamiento y durabilidad de los componentes que conformen parte del

desempeño de la máquina o equipo. Los pronósticos son parte importante para soportar la estrategia y pueden agruparse en dos, cualitativos y cuantitativos siendo estos los más apropiados (Fred R, 2017, pág. 64).

Los pronósticos cualitativos y cuantitativos son los encargados de generar resultados o indicios de un posible problema a generarse en futuro, con el afán de prevenir dicho problema en los sistemas de funcionamiento y evitar posibles paros inesperados o pérdidas económicas por falta de producción.

2.8. PLAN DE MANTENIMIENTO

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no, siguiendo algún tipo de criterio, que incluye a una serie de equipos de la planta (Garcia, 2017, pág. 4). El plan de mantenimiento se encarga de generar orden y mayor durabilidad a distintos componentes y sistemas que conforman una máquina, también lleva un registro de mantenimiento de cada uno de los equipos que se realice dicho proceso, con la finalidad de evitar deterioro o fallas inesperadas.

Como generar un plan de mantenimiento:

- Realizar un inventario de toda la maquinaria y equipos.
- Desarrollar una inspección del desempeño en funcionamiento de los bienes a mantener.
- Fundamentar en base a las especificaciones generadas por el fabricante descrito en los manuales de mantenimiento.
- Crear rutinas y frecuencias en las que se realizara los mantenimientos.
- Aplicar los mantenimientos generados según lo programado.

2.8.1. ¿QUÉ ES UN SOFTWARE DE MANTENIMIENTO?

El software es un producto que incluye programas que se ejecutan en una computadora de cualquier tamaño y arquitectura, contenido que se presenta a medida que se ejecutan los programas de cómputo e información descriptiva tanto en una

copia dura como en formatos virtuales que engloban virtualmente a cualesquiera medios electrónicos (Pressman , 2010, pág. 1).

El software es de gran utilidad para el desarrollo de planes de mantenimiento se puede ingresar datos reales adquiridos mediante mantenimientos realizados, genera cifras que aporten a la vida útil de la máquina y evita posibles paros inesperados que generen problemas en la empresa.

Un software de mantenimiento comprende distintas utilidades como son:

- Creación de catálogos.
- Guardar información de cada máquina o equipo que se realice el mantenimiento.
- Generación de croquis de ubicación
- Planes de mantenimiento rutinarios
- Planes de mantenimiento no rutinarios
- Tablas de mantenimiento programado
- Base de datos (Repuestos)
- Base de datos mano de obra
- Calendarios
- Tablas de información contable

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. MANTENIMIENTO (CBM), EN EL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN.

El CBM realiza revisiones diarias de vehículos y maquinaria pesada, analiza el estado actual y el tipo de desempeño con la finalidad de obtener bajos índices de mantenimientos correctivos debido a la falta de revisiones por parte del operador encargado, se toma en cuenta que el sistema (CBM) tiene como objetivo analizar el estado del parque automotor y por ende disminuir costos de mantenimiento de dichas unidades en funcionamiento dentro de la flota vehicular del GAD Municipal de Tulcán.

El sistema de mantenimiento basado en condición es aplicado en distintas empresas privadas o públicas, genera control y orden en procesos de trabajo que realice la flota vehicular; además aporta en la disminución de costos por mantenimientos no programados. Dicho sistema es utilizado juntamente con un software informático que ayuda al desempeño de la aplicación del (CBM). El software informático cumple distintas funciones de trabajo que ayuda a la aplicación del sistema de mantenimiento basado en condiciones, trabaja como base de datos que ayuda a la organización de planes de mantenimiento programados, no programados y facilita la optimización de buenos resultados por parte de la Jefatura de Talleres.

3.2. SISTEMA DE MANTENIMIENTO UTILIZADO EN EL GADMT

El GAD Municipal de Tulcán y el Área de Obras Publicas juntamente con la Jefatura de Talleres, tienen como finalidad realizar obras que aporten a la sociedad y al desarrollo de la ciudad, para llevar a cabo dicho objetivo, es necesario de la flota vehicular y maquinaria pesada que comprenda los distintos trabajos a desarrollar en el sector urbano y rural de la localidad, dicha flota necesita de un sistema de mantenimiento, mismo que pueda obtener información de tareas que necesite cada vehículo o máquina, por lo que durante los últimos años se ha utilizado tablas generadas en excel por el Jefe de talleres.

695	MINICARGADORA/ 246-C
696	MANTENIMIENTOS 200 HORAS.
697	Cambio aceite de motor
698	Cambio filtro de aceite
699	Cambio de filtro de combustible
700	Cambio filtro de combustible (separador de agua)
701	Cambio de filtros de aire
702	Movilización al sitio de trabajo hasta 15 kilómetros
703	Revisión de niveles
704	Inspección de fugas mayores de aceite y fluidos
705	Engrasado de elementos expuestos a fuerza de fricción
706	
707	MANTENIMIENTOS 400 HORAS.
708	Cambio aceite de motor
709	Cambio filtro de aceite
710	Cambio de filtro de combustible
711	Cambio filtro de combustible (separador de agua)
712	Cambio de filtros de aire
713	Movilización al sitio de trabajo hasta 15 kilómetros

Figura 3.1 Plan de mantenimiento (excel).
Fuente: (GADMT).

La Figura 3.1 muestra un ejemplo de plan de mantenimiento realizado en excel. Dentro de los sistemas utilizados en el GAD Municipal de Tulcán, y con la finalidad de lograr obtener orden de registro ya sea manual o informático de los procesos aplicados a cada unidad se utiliza: talonarios de órdenes de mantenimiento, word, excel, correo electrónico y sistema de registro de dichas ordenes antes mencionadas. Cada orden de mantenimiento esta numerada según sea el registro de proceso en pagos y contiene información a realizar por parte del técnico encargado de acuerdo con el tipo de actividad dependiendo del kilometraje o horas de trabajo establecida en la tabla de mantenimiento creada por el jefe de taller.

Cada una de las tablas generadas en excel contienen información de mantenimientos según el tipo de funcionamiento al que es sometida la unidad ya sea máquina o vehículo, es importante diferenciar que el mantenimiento para maquinaria es por horas y en vehículos por kilometraje.





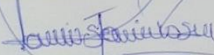

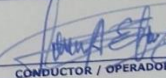
  		
POR ORDEN DE: <i>Ing. Luis Rosero</i>		CARGO: <i>Jefe de Talleres</i>
SERVICIO DE: <i>Indusnav</i>		FECHA: <i>07-10-17</i>
MAQUINARIA / VEHICULO: <i>cargadora</i>		MARCA: <i>Hyundai</i>
PLACA: <i>S/P</i>	Kilometraje: <i>5km</i>	CODIGO: <i>04.01.12</i>
REPUESTOS - ACCESORIOS		000128
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
<i>1</i>		<i>filtro convertidor H1= 0317</i>
<i>1</i>		<i>filtro convertidor piloto</i>
<i>1</i>		<i>filtro rotor P 550746</i>
<i>1</i>		<i>filtro combustible P 550729</i>
<i>1</i>		<i>filtro aceite P 550729</i>
		
  		
JEFE DE TALLERES ASESOR DE MANTENIMIENTO CONDUCTOR / OPERADOR		

Figura 3.2 Orden de mantenimiento.
Fuente: (GADMT).

La Figura 3.2 muestra un ejemplo de orden de mantenimiento referente a cambio de repuestos en una cargadora Hyundai.

3.3. PLANES DE MANTENIMIENTO

Los planes de mantenimiento generados y utilizados por parte de la Jefatura de talleres, se realizan mediante catálogos adquiridos por la compra de vehículos o máquinas para la utilidad del GAD en obras y trabajos dispuestos por la Municipalidad. Los mantenimientos son realizados dependiendo del tipo de unidad mecánica utilizada dentro del GAD Municipal de Tulcán, a los que se les aplicara el sistema de mantenimiento CBM.

La flota se clasifica en:

- Camionetas
- Camiones
- Buses
- Volquetas, Recolectores
- Maquinaria pesada

3.3.1. PLAN DE MANTENIMIENTO CAMIONETAS.

Los planes de mantenimiento son generados por el jefe de talleres en un periodo de trabajo establecido, junto con especificaciones de catálogos de mantenimientos adquiridos. La utilidad de camionetas en el GAD Municipal de Tulcán, presenta un alto índice de funcionamiento diario, dentro y fuera de la ciudad, dependiendo de la orden de movilización asignada por el jefe de talleres, los mantenimientos son realizados con mayor frecuencia, según el desempeño de la unidad y están sujetos a controles de realización que aporte al buen funcionamiento y estado del vehículo. En la flota vehicular del GAD Municipal de Tulcán se encuentra un total de 15 camionetas que desarrollan trabajos diarios dependiendo de la orden generada por la Municipalidad. Dichas unidades son marca Chevrolet Luv D Max, las cuales durante la aplicación del sistema CBM y MP9 demostraron buen estado de funcionamiento.

El rango establecido por el jefe de talleres al realizar planes de mantenimiento en camionetas es de 5 000km, en este periodo de funcionamiento el vehículo necesita cambios como: remplazo de partes o fluidos dependiendo del sistema de mantenimiento que se aplique. En la jefatura de talleres, las tablas de mantenimiento son creadas en excel (Microsoft Office), estas contienen información a realizar en cada mantenimiento dependiendo del aviso por parte del conductor y se toma en cuenta el recorrido de la unidad.

Caso de no tener un aviso por parte del operador encargado, el funcionamiento de la unidad puede ser defectuoso y por ende el desempeño de trabajo no es aceptable, esto provoca pérdidas de tiempo y dinero a la municipalidad, ya que se puede generar

un problema de funcionamiento o un mantenimiento correctivo, lo que se tendría que detener la unidad hasta desarrollar el mantenimiento respectivo.

MANTENIMIENTO POR KILOMETRAJE EN VARIACIONES DE 5000 KILOMETROS PARA UN PERIODO DE 50.000 KILOMETROS	
3	
4	CAMIONETA/ CMA 136
5	CAMIONETA/ CMA 137
6	MANTENIMIENTOS 5000 KM.
7	Revisión 18 puntos
8	Funcionamiento, puesta a punto de Freno de mano
9	Funcionamiento Sistema de ventilación, calefacción y A/C
10	Funcionamiento, estado, nivel de limpia parabrisas
11	Funcionamiento, cambio de bombillos de luces exteriores y pito
12	Condición y tensión de bandas de accesorios
13	Nivel de refrigerante, fugas externas y radiador
14	Estado y condición de batería y alternador
15	Nivel y fugas de aceite de motor
16	Nivel y fugas de líquido de dirección
17	Condición de semiejes, fugas de grasa, roturas, cortes y abrazaderas
18	Nivel y fugas externas de líquido de frenos
19	Presión, condición y ajuste de llantas
20	Fugas y/o golpes de amortiguadores

Figura 3.3 Plan de mantenimiento camionetas (excel).

Fuente: (GADMT).

La Figura 3.3 muestra un ejemplo de plan de mantenimiento para camionetas generado en excel por el jefe de talleres del GAD Municipal de Tulcán.

3.3.2. PLAN DE MANTENIMIENTO CAMIONES, BUSES.

El plan de mantenimiento es diseñado de manera que sea accesible realizar en los dos tipos de vehículos, ya que son marcas diferentes pero la cilindrada y los planes dispuestos en los catálogos están dentro de estándares en funcionamiento, que encajan específicamente en el plan de mantenimiento creado.

Las unidades trabajan de diferente manera por lo que, los camiones realizan órdenes de trabajo en kilometrajes cortos y los buses en kilometrajes largos, por lo tanto, el sistema de mantenimiento se aplica de forma distinta en estas unidades. La flota

vehicular consta de 9 camiones y 2 buses, los cuales cumplen estándares de funcionamiento requeridos por la Municipalidad. El estado de funcionamiento de cada unidad es aceptable y el desarrollo de las órdenes encomendadas es realizado sin ningún tipo de problema.

129	MANTENIMIENTO POR KILOMETRAJE EN VARIACIONES DE ±000 KILOMETROS PARA UN PERIODO DE ±0.000 KILOMETROS
130	CAMIONES
131	MANTENIMIENTOS ±000 KM.
132	Abc de frenos
133	Revisión- cambio - calibración de conjunto de transmisión de torque
134	Revisión- medición de presión de turbo cargador
135	Mantenimiento de limpieza y engrase general del vehículo
136	MANTENIMIENTOS 8.000 KM.
137	Inspección, tensión, cambio bandas de accesorios
138	Diagnóstico electrónico (escáner)
139	Abc de motor
140	Mantenimiento de limpieza y engrase general del vehículo
141	MANTENIMIENTOS 12.000 KM.
142	Mantenimiento de limpieza y engrase general del vehículo
143	MANTENIMIENTOS 16.000 KM.
144	Abc de motor (limpieza de conductos de entradas de aire, limpieza exterior de intercooler, revisión cañerías de combustible)
145	Diagnóstico electrónico (escáner)
146	Cambio aceite dirección hidráulica

Figura 3.4 Plan de mantenimiento camiones, buses (excel).

Fuente: (GADMT).

La Figura 3.4 muestra un ejemplo de plan de mantenimiento para camiones y buses, generado en excel por el jefe de talleres del GAD Municipal de Tulcán.

3.3.3. PLAN DE MANTENIMIENTO VOLQUETAS/RECOLECTORES

El plan de mantenimiento generado está centrado específicamente para cada uno de los sistemas en funcionamiento. Estas unidades de trabajo se encuentran distribuidas dentro de la ciudad, dependiendo de la orden de trabajo asignada, gran número de volquetas realiza trabajos donde el kilometraje es de gran cantidad por recorrido, a diferencia de los recolectores que cumplen el recorrido dentro de la ciudad. Los planes

de mantenimiento por parte de la jefatura de talleres son realizados en excel y se basan en información de manuales de mantenimiento de unidades adquiridas. La intervención del equipo se realiza basándose en sofisticadas técnicas que predicen la falla y antes de que esta ocurra, se programa su mantenimiento, estas técnicas son las siguientes: análisis de vibraciones, boros copia, análisis de aceites, análisis de partículas de desgaste, control de espesores en equipos estáticos e inspección por ultrasonido (Pérez Gonzáles & García Córdoba, 2015, pág. 2).

La flota vehicular del GAD Municipal de Tulcán, se compone de 19 volquetas y 7 recolectores, representan un funcionamiento óptimo en las utilidades de trabajo desempeñadas dentro y fuera de la ciudad y el Cantón. Las unidades se utilizan diariamente en distintos lugares dependiendo de las tareas encomendadas por la municipalidad.

187	1 VEHICULOS CHEVROLET KODIAK
188	VOLQUETA
189	MANTENIMIENTOS 4000 KM.
190	Cambio aceite de motor
191	Cambio filtro de aceite
192	Cambio filtro (balde) de aceite
193	Cambio de filtro de combustible
194	Cambio filtro de combustible (separador de agua)
195	Cambio de filtros de aire
196	Mantenimiento de limpieza y engrase general del vehículo
197	MANTENIMIENTOS 8.000 KM.
198	Cambio aceite de motor
199	Cambio filtro de aceite
200	Cambio filtro (valde) de aceite
201	Cambio de filtro de combustible
202	Cambio filtro de combustible (separador de agua) vehículos Diesel
203	Inspección / limpieza de filtro de aire

Figura 3.5 Plan de mantenimiento volquetas (excel).

Fuente: (GADMT).

La Figura 3.5 muestra un ejemplo de plan de mantenimiento para volquetas y recolectores, generado en excel por el jefe de talleres del GAD Municipal de Tulcán.

3.3.4. PLAN DE MANTENIMIENTO MAQUINARIA PESADA.

El plan de mantenimiento se realiza mediante el análisis de funcionamiento y según lo especifique el manual de mantenimiento. En el GAD Municipal de Tulcán la maquinaria pesada tiene uso de trabajo diario. Los planes de mantenimiento generados en excel utilizados en el GAD Municipal de Tulcán, son aplicados en la maquinaria, sin tomar en cuenta que el trabajo al que se someten las unidades es de condiciones fuertes y los componentes mecánicos son costosos en caso de un mantenimiento correctivo.

La maquinaria pesada está constituida por 26 unidades, se conforma de: rodillos, motoniveladoras, tractores, retroexcavadoras y mini cargadores. Cada unidad cumple con los mantenimientos generados por el plan diseñado en excel basado en las especificaciones de mantenimiento correspondientes a cada máquina, dependiendo del funcionamiento aplicado y a la información que brinde el operador.

752	RODILLO / ALTA IMPACTO
753	MANTENIMIENTOS 200 HORAS.
754	Cambio aceite de motor
755	Cambio filtro de aceite
756	Cambio 2 de filtro de combustible
757	Cambio filtro de combustible (separador de agua)
758	Cambio de filtros de aire
759	Movilización al sitio de trabajo hasta 15 kilómetros
760	Inspección de fugas mayores de aceite y fluidos
761	MANTENIMIENTOS 400 HORAS.
762	Cambio aceite de motor
763	Cambio filtro de aceite
764	Cambio 2 de filtro de combustible
765	Cambio filtro de combustible (separador de agua)
766	Cambio de filtros de aire
767	Movilización al sitio de trabajo hasta 15 kilómetros
768	Inspección de fugas mayores de aceite y fluidos
769	Limpieza exterior de radiador e intercooler
770	Verificar y corregir tensión de las bandas de accesorios
771	Calibración de válvulas

Figura 3.6 Plan de mantenimiento maquinaria pesada (excel).

Fuente: (GADMT).

La Figura 3.6 muestra un ejemplo de plan de mantenimiento para maquinaria pesada, generado en excel por el jefe de talleres del GAD Municipal de Tulcán.

3.4. CODIFICACIÓN FLOTA VEHICULAR DEL GADMT

En la jefatura de talleres se utiliza listados de distintas unidades que conforman la flota vehicular y maquinaria pesada, pero no constan con información completa de cada una de las unidades. Por la falta de datos técnicos se procede a codificar cada una de las unidades basándose en:

- Año de fabricación.
- Marca.
- Tipo de vehículo o máquina.
- Modelo
- N° de Motor
- Código de referencia dentro del GAD Municipal de Tulcán.

Referente a la codificación de maquinaria pesada es importante aclarar que no consta de matrícula, porque al realizar la compra de unidades se realiza un registro de ingreso a la Institución, mismo que es certificado por el área de bodega. La Tabla 3.1 muestra la codificación de la flota vehicular y maquinaria pesada que comprende el GAD Municipal de Tulcán.

Tabla 3.1 Codificación flota vehicular y maquinaria

Camionetas / Jeep / Frangeadora						
No	AÑO	MARCA	TIPO	MODELO	N.º MOTOR	CÓDIGO
1	2001	CHEVROLET	CAMIONETA	LUV C/D V6 4X4 T/M INYEC	6VD1-993177	05.02.01
2	2004	CHEVROLET	CAMIONETA	LUV C/D V6 4X4 T/M INYEC	1179592	05.02.02
3	2011	CHEVROLET	CAMIONETA	LUV D-MAX 2.4L CS TM 4X2	C24SE-31038001	05.02.05
4	2011	CHEVROLET	CAMIONETA	LUV D-MAX 3.5L V6 CD TM 4X4 EXTR	6VE1-289292	05.02.08
5	2011	CHEVROLET	CAMIONETA	LUV D-MAX 3.5L V6 CD TM 4X4 EXTR	6VE1289298	05.02.11
6	2011	CHEVROLET	CAMIONETA	LUV D-MAX 3.0L DIESEL CD TM 4X4	4JH1-899430	05.02.12
7	2016	CHEVROLET	CAMIONETA	D-MAX CRDI AC 3.0 CD 4X4 TM	4JJ1ND6098	05.02.14
8	2016	CHEVROLET	CAMIONETA	D-MAX CRDI AC 3.0 CD 4X4 TM	4JJ1NG2632	05.02.15
9	2016	CHEVROLET	CAMIONETA	D-MAX CRDI AC 3.0 CD 4X4 TM	4JJ1NG2625	05.02.16
10	2016	CHEVROLET	CAMIONETA	D-MAX CRDI AC 3.0 CD 4X4 TM	4JJ1NG2624	05.02.17
11	2016	CHEVROLET	CAMIONETA	D-MAX CRDI AC 3.0 CD 4X4 TM	4JJNG2623	05.02.18

Tabla 3.1 Codificación flota vehicular y maquinaria (Continuación...)

12	2011	CHEVROLET	JEEP	GRAND VITARA SZ 2.0L 5P TM 4X4	J20A-707128	05.02.13
13	2016	SUZUKI	JEEP	GRAN VITARA SZ NEXT AC 2.4	J24B1286175	05.02.19
14	2016	SUZUKI	JEEP	GRAN VITARA SZ NEXT AC 2.4	J24B1284965	05.02.20
15	2015	FORD	FRANGEADORA	F150 RC AC 3.5 CS 4X2 TA	FFC32034	05.02.21
16	2008	CHEVROLET	CAMIONETA	LUV D-MAX C/D 4X2 T/M	C24SE31025454	05.02.22
Buses						
1	2011	VOLKSWAGEN	BUS	9150 OD	E1T165535	05.01.03
2	2016	INTERNACIONAL	BUS	4700 FE 225HP 7.6 4X2 TM DIESEL CN	470HM2U1618508	05.01.40
Camiones / Cabezal / Volquetas						
1	2004	CHEVROLET	CAMION	NPR71L CHASIS CABINADO	989184	05.01.01
2	2008	CHEVROLET	CAMIÓN	NQR 85L	619862	05.01.08
3	2011	CHEVROLET	CAMIÓN/REFRIG	NPR 75H CAMION CHASIS CABINADO	4HK1946361	05.01.25
4	2015	CHEVROLET	CAMION TANQUERO AGUA	FTR34P 7.8 2P 4X2 TM DIESEL	6HK1663684	05.01.36
5	2016	CHEVROLET	CAMION TALLER	NPR75H 5.2 2P 4X2 TM DIESEL	4HK1350131	05.01.38
6	2015	NISSAN	CABEZA/CAMABA JA	GW6BLHHP AC 12.8 2 P 6X4	GH13607090	05.01.39
7	2014	CHEVROLET	ROLLOFF	NQR 75L 5.2 2P 4X2 TM DIESEL	4HK1251874	05.01.28
8	2009	NISSAN	CABEZAL/CAMA BAJA	CWB459HTLB	PF6176476B	05.01.20
9	2006	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	JO8C-TT21978	05.01.16
10	2006	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	JO8C-TT21996	05.01.17
11	2006	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	JO8C-TT21979	05.01.18
12	2010	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	JO8CTT41555	05.01.21
13	2010	HINO	VOLQUETA	GH1JGUD	JO8CTT41524	05.01.22
14	2010	VOLKSWAGEN	VOLQUETA	VOLKSWAGEN17-220	36167160	05.01.23
15	2015	CHEVROLET	VOLQUETA	FVR 34K CAMION AC 7.8 2 P 4X2	6HK1658248	05.01.29
16	2014	CHEVROLET	VOLQUETA	FVR 34K CAMION AC 7.8 2 P 4X2	6HK1656201	05.01.30
17	2014	CHEVROLET	VOLQUETA	FVR 34K CAMION AC 7.8 2 P 4X2	6HK1655672	05.01.31
18	2014	CHEVROLET	VOLQUETA	FVR 34K CAMION AC 7.8 2 P 4X2	6HK1656418	05.01.32
19	2014	CHEVROLET	VOLQUETA	FVR 34K CAMION AC 7.8 2 P 4X2	6HK1655487	05.01.33
20	2015	CHEVROLET	VOLQUETA	FVR 34K CAMION AC 7.8 2 P 4X2	6HK1661431	05.01.34
21	2015	CHEVROLET	VOLQUETA	FVR 34K CAMION AC 7.8 2 P 4X2	6HK1658220	05.01.35
Recolectores						
1	2009	INTERNACIONAL	RECOLECTOR	4400 4X2 TRACTOCAMION	2U1538207	05.01.13

Tabla 3.1 Codificación flota vehicular y maquinaria (Continuación...)

2	2009	INTERNACIONAL	RECOLECTOR	4400 4X2 TRACTOCAMION	2U1538201	05.01.14
3	2014	HINO	RECOLECTOR	GH8JGSD 7.7 2P 4X2 TM DIESEL	J08EUD21480	05.01.26
4	2014	HINO	RECOLECTOR	GH8JGSD 7.7 2P 4X2 TM DIESEL	J08EUD21119	05.01.27
5	2010	VOLKSWAGEN	RECOLECTOR	VOLKSWAGEN WORKER17-250	36162305	05.01.24
Maquinaria pesada						
NUM	AÑO	MARCA	TIPO	CADUCIDAD MATRICULA	COLOR	CÓDIGO
1	2003	DRESSTA	TRACTOR	S/M	AMARILLO	04.01.02
2	1996	CHAMPION	MOTONIVELADOR A	S/M	AMARILLO	04.01.06
3	2010	HYUNDAI	EXCAVADORA	S/M	AMARILLO	04.01.09
4	2010	HYUNDAI	CARGADORA	S/M	AMARILLO	04.01.12
5	2006	NEW HOLLAND	RETROEXCAVAD ORA	S/M	AMARILLO	04.01.14
6	2006	VIBROMAX	RODILLO	S/M	AMARILLO	04.01.15
7	2009	CATERPILLAR	MINICARGADORA	S/M	AMARILLO	04.01.18
8	2015	NEW HOLLAND	TRACTOR	S/M	AMARILLO	04.01.19
9	2015	NEW HOLLAND	EXCAVADORA	S/M	AMARILLO	04.01.20
10	2015	NEW HOLLAND	EXCAVADORA	S/M	AMARILLO	04.01.21
11	2015	NEW HOLLAND	MOTONIVELADOR A	S/M	AMARILLO	04.01.22
12	2015	NEW HOLLAND	MOTONIVELADOR A	S/M	AMARILLO	04.01.23
13	2015	SAKAI	RODILLO	S/M	AMARILLO	04.01.24
14	2015	SAKAI	RODILLO	S/M	AMARILLO	04.01.25
15	2015	NEW HOLLAND	RETROEXCAVAD ORA	S/M	AMARILLO	04.01.26

Fuente: (GADMT).

3.5. PLANES DE MANTENIMIENTO APLICADOS EN EL GADMT.

Los planes de mantenimiento se programan según lo especifique la empresa y son llevados a cabo con el control que permite realizar el funcionamiento y durabilidad en desempeño del trabajo realizado, caso de ser necesario un mantenimiento correctivo el jefe de talleres certifica la realización de la actividad no programa y se detiene la unidad.

Los mantenimientos son desembolsados mediante planillas trimestrales y se analizan los pagos efectuados sin uso del software MP9 y a su vez sin uso del sistema de mantenimiento CBM mediante el gasto realizado por la Jefatura de talleres.

3.6. PAGOS DE MANTENIMIENTO POR EMPRESAS SIN CBM Y MP9

El GAD Municipal de Tulcán realiza los planes de mantenimiento y conservación de vehículos, maquinaria y utiliza el presupuesto asignado al área de Talleres durante el periodo de un año.

Durante este periodo la jefatura de talleres usa el presupuesto anual de \$ 319 000, el cual es usado en: mantenimiento para maquinaria pesada, vehículos livianos, recolectores, volquetas y es distribuido según el mantenimiento al que es sometida la unidad, sea preventivo o correctivo, los pagos son realizados de acuerdo a la planilla generada por parte de la jefatura de talleres del GAD Municipal de Tulcán. A continuación, se presenta la Tabla 3.2 muestra la clasificación con nombre de las empresas que se realiza los pagos por planillas de mantenimiento del GAD Municipal de Tulcán y la ubicación en ciudad del país.

Tabla 3.2 Clasificación de empresas por pago de mantenimiento

Clasificación de empresas por pago de mantenimiento	
Nombre de Empresa	Ciudad de ubicación
Indusnav	Tulcán
Austral	Quito
Imbauto	Tulcán

Fuente: (GADMT)

3.6.1. CONTRATO INDUSNAV PRESUPUESTO SIN CBM Y MP9

Durante seis meses del año 2017 y calculado los costos de mantenimiento a maquinaria pesada, camionetas, camiones, buses, volquetas y recolectores con el contrato referente a Talleres mecánicos Indusnav, se realizó sin la utilización del Software MP9 y la aplicación del sistema de mantenimiento CBM, teniendo como resultado \$90 478. A continuación, se presenta la Tabla 3.3 muestra los meses de cancelación, el valor de pagos trimestrales y el total semestral referente a la empresa Indusnav, sin utilizar el sistema CBM Y MP9.

Tabla 3.3 Pagos Indusnav 2017 sin CBM y MP9

Pagos Indusnav 2017 sin CBM y MP9			
Mes – 2017	N° Mes	N° Pago	Valor
Abril-Mayo-Junio	3	1	\$5 512
Julio-Agosto-Septiembre	3	1	\$84 966
Total	6	2	\$90 478

Fuente: (GADMT)

3.6.2. CONTRATO IMBAUTO PRESUPUESTO SIN CBM Y MP9

Durante seis meses del año 2017 y calculado los costos de mantenimiento a camionetas y volquetas, referente al contrato firmado con la empresa Automotriz Imbauto, se realizó sin la utilización del Software MP9 y la aplicación del sistema de mantenimiento CBM, teniendo como resultado \$25 654. A continuación, se presenta la Tabla 3.4 muestra los meses de cancelación, el valor de pagos trimestrales y el total semestral referente a la empresa Imbauto, sin utilizar el sistema CBM Y MP9.

Tabla 3.4 Pagos Imbauto 2017 sin CBM y MP9

Pagos Imbauto 2017 sin CBM y MP9			
Mes – 2017	N° Mes	N° Pago	Valor
Abril-Mayo-Junio	3	1	\$9 685
Julio-Agosto Septiembre	3	1	\$15 969
Total	6	2	\$25 654

Fuente: (GADMT)

3.6.3. CONTRATO AUSTRAL PRESUPUESTO SIN CBM Y MP9

Durante seis meses del año 2017 y calculado los costos de mantenimiento a maquinaria pesada, con el contrato firmado a la Empresa Austral, se realizó sin la utilización del Software MP9 y la aplicación del sistema de mantenimiento CBM, teniendo como resultado \$25 435. A continuación, se presenta la Tabla 3.5 muestra los meses de cancelación, el valor de pagos trimestrales y el total semestral referente a la empresa Austral, sin utilizar el sistema CBM Y MP9.

Tabla 3.5 Pagos Austral 2017 sin CBM y MP9

Pagos Austral 2017 sin CBM y MP9			
Mes – 2017	N° Mes	N° Pago	Valor
Abril-Mayo-Junio	3	1	\$11 696
Julio-Agosto-Septiembre	3	1	\$13 739
Total	6	2	\$25 435

Fuente: (GADMT)

3.6.4. TOTAL, PAGO SEMESTRAL SIN CBM Y MP9

Para conocer la cancelación total semestral, se realizó la suma de pagos por planilla trimestral en las distintas empresas encargadas de desarrollar los mantenimientos preventivos y correctivos de la flota vehicular y maquinaria pesada del GAD Municipal de Tulcán, teniendo como resultado, el pago total de \$141 567, sin la aplicación del sistema de mantenimiento CBM y del Software MP9. A continuación, se presenta la Tabla 3.6 muestra el monto de cancelación por empresa semestral y el valor de pago total de todas las empresas sin utilizar el sistema CBM Y MP9.

Tabla 3.6 Pago semestral sin aplicación CBM y MP9

Pago semestral sin aplicación CBM y MP9		
Mes Año 2017	Convenio de Pago	Pago semestral
Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre	Austral	\$ 25 435
	Indusnav	\$ 90 478
	Imbauto	\$ 25 654
Total		\$ 141 567

Fuente: (GADMT)

3.7. SOFTWARE MP9

El MP9 es un software informático, utilizado en grandes y medianas empresas a nivel mundial, se acoge en áreas de utilidad de maquinaria, vehículos o componentes mecánicos dependiendo de la complejidad de uso dentro de la empresa, el MP9 cumple funciones de calidad y de manera satisfactoria, genera buenos resultados de utilidad.

Para obtener buen funcionamiento del software, es necesario seguir los pasos de programación recomendados por el fabricante y su proceso de funcionamiento. La programación del software MP9 permite: registro de todos los equipos, distribución de la planta, planes de mantenimiento, inventarios de repuestos/herramientas, genera ordenes de trabajo de mantenimientos preventivos y correctivos, calendarios de paros programados y graficas comparativas (Samaniego Aguirre, 2013, pág. 19).

El MP9 genera control de funcionamiento en cada una de las unidades registradas dentro del programa y las funciones deben ser programadas, con la finalidad de obtener buenos resultados. Al aplicar correctamente el funcionamiento del software, se genera datos reales y exactos del proceso de trabajo que desarrollen las unidades ingresadas en el plan de mantenimiento de la programación del MP9. Al utilizar el software de manera adecuada y concisa se puede obtener gran porcentaje de aceptación dentro de la institución establecida, por lo que la utilidad es completa y ayuda al orden del personal encargado del área vehicular y maquinaria del GAD Municipal de Tulcán, el MP9 aparte de generar procesos de mantenimiento registrados sirve como base de datos de planillas, ordenes de trabajo, catálogos y otros documentos digitales.

3.8. MÓDULOS DE TRABAJO EN SOFTWARE MP9.

El funcionamiento del software MP9, se basa en módulos que permiten control y la eficiente gestión de la información.

Los módulos son:

- Catálogos
- Localización de Equipos
- Mantenimiento Rutinario
- Mantenimiento no Rutinario
- Mantenimiento Predictivo
- Recursos
- Control de lecturas

- OTs, Vales y Consumo
- Calendarios
- Análisis de Información
- Garantías, documentos y ligas

3.9. FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARE MP9

El MP9 es un software informático que requiere el ingreso de información referente a vehículos y máquinas para la posterior programación de mantenimientos y depende del estado de cada unidad, se puede generar planes acordes con lo que necesite dicha unidad de trabajo, también se debe tomar en cuenta que los mantenimientos son en regímenes establecidos por los fabricantes en kilometrajes en caso de vehículos y en horas a lo que corresponde con maquinaria pesada. Cada uno de los módulos de funcionamiento del software se realizan en orden según lo especifique el fabricante.

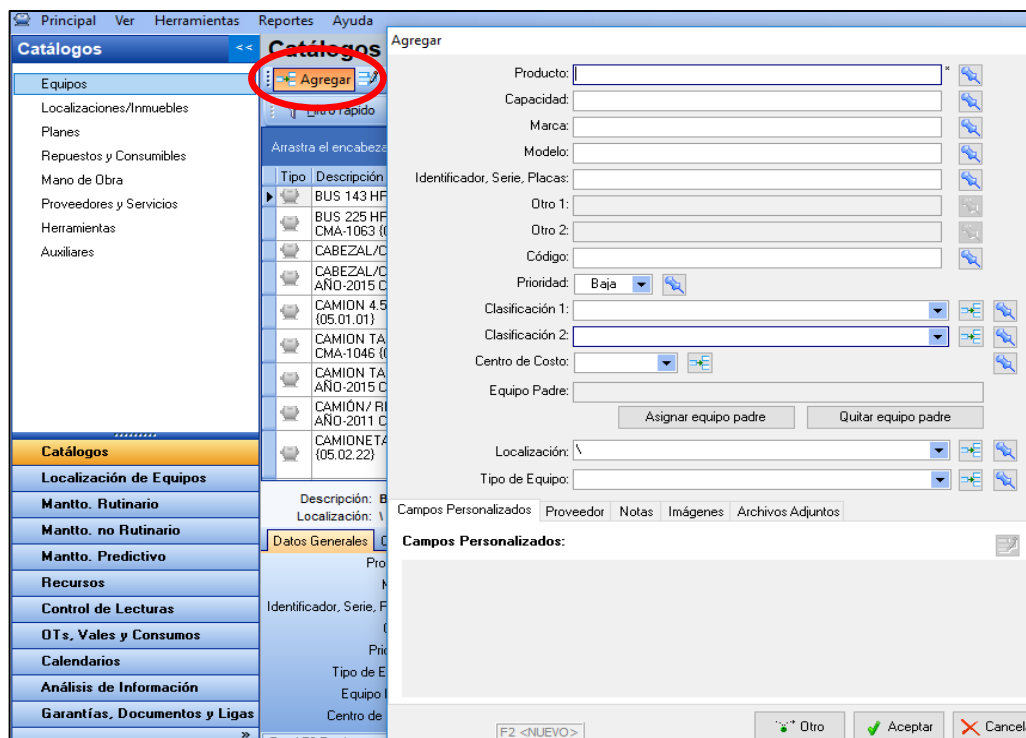


Figura 3.7 Catálogos/Equipos
Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.7 muestra el módulo Catálogos/Equipos, donde una vez obtenido los datos necesarios de la flota vehicular, se procede al ingreso de información mediante el botón Agregar, donde al hacer click se genera un listado de especificaciones como: producto, capacidad, marca, modelo, código, localización. Además, se puede ingresar datos importantes como: documentos, responsables, imágenes de la unidad, fichas técnicas y entre otros tipos de datos referentes a vehículos y máquinas.

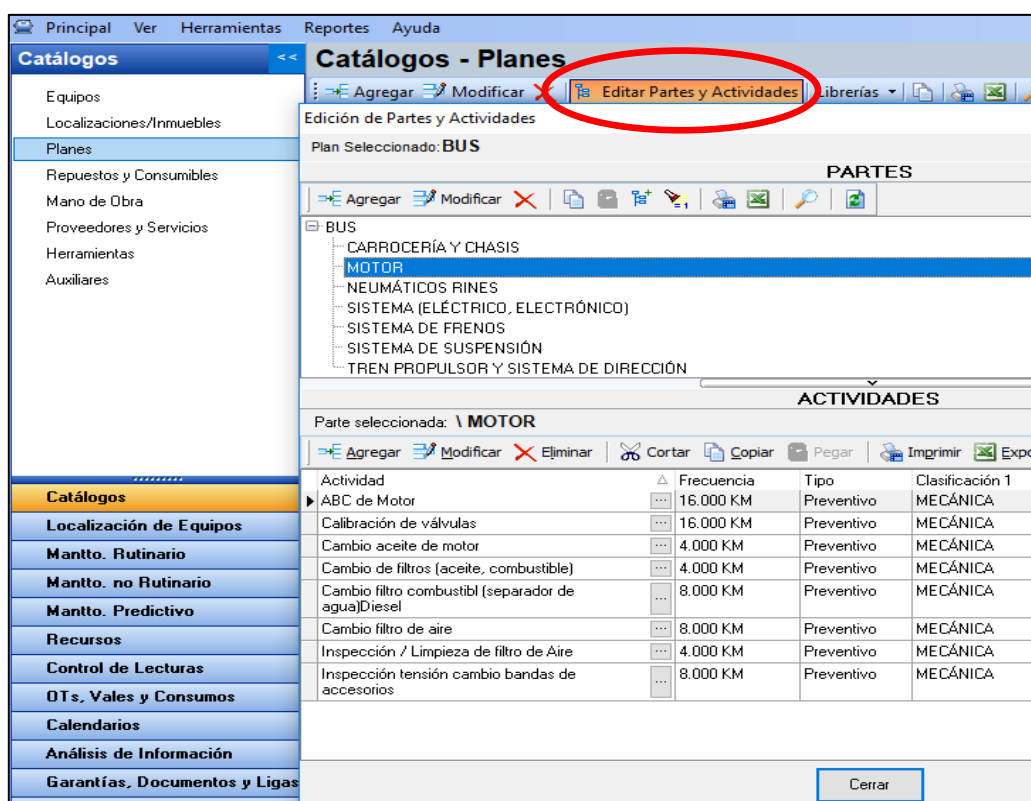


Figura 3.8 Catálogos/Planes
Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.8 muestra el módulo Catálogos/Planes y se observa el botón Editar Partes y Actividades, donde al hacer click genera la actividad a aplicar en el periodo recomendado por el fabricante, además toma en cuenta el kilometraje en caso de vehículos y por horas en maquinaria. Dentro del MP9 se puede ingresar el tiempo en realizar dicha tarea, con la finalidad de poder calcular las horas o días en demorar la aplicación del mantenimiento que sea correspondiente y toma en cuenta que los trabajos a realizar dentro de la municipalidad cumplen un cronograma específico en base al funcionamiento de las unidades.

Principal Ver Herramientas Reportes Ayuda

Catálogos << **Catálogos - Mano de Obra**

Equipos
Localizaciones/Inmuebles
Planes
Repuestos y Consumibles
Mano de Obra
Proveedores y Servicios
Herramientas
Auxiliares

Arrastra el encabezado de la Columna a esta área para agruparla

Agregar

Nombres: CARLOS JAVIER *
Apellidos: HURTADO HURTADO *
Clave:
Iniciales: CJHH
Teléfono: 0997868752
Clasificación: M Preventiv,correctivo,Ruidos carrocería suspension
Costo/Hr ordinaria: \$400,00 Costo/Hr extraordinaria:
Notas Imágenes

F2 <NUEVO> Otro Aceptar Cancela

Figura 3.9 Catálogos/Mano de obra

Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.9 muestra el módulo Catálogos/Mano de obra y se observa el botón Agregar, donde la hacer click genera una ventana de ingreso de datos como: nombre del técnico, apellido, clave, las iniciales de identificación, teléfono, datos personales y clasificación dependiendo al conocimiento en mantenimientos.

Es importante dentro de la jefatura de talleres tener un respaldo de información de cada técnico que realice mantenimientos preventivos y correctivos de la flota vehicular y maquinaria pesada, ya que de esa manera se puede crear una ficha de apoyo que especifique el conocimiento mecánico al que puede ser encargado a realizar cualquier actividad de mantenimiento y también se puede llevar un listado de cuantas unidades fue responsable por el periodo de un mes de trabajo. Cada uno de los datos adquiridos son importantes, por lo que al realizar cada mantenimiento se puede tener información de quien aplico dicha actividad y en caso de existir problemas de realización se puede informar al técnico encargado, con la finalidad de que se proceda a aplicar de manera correcta el mantenimiento.

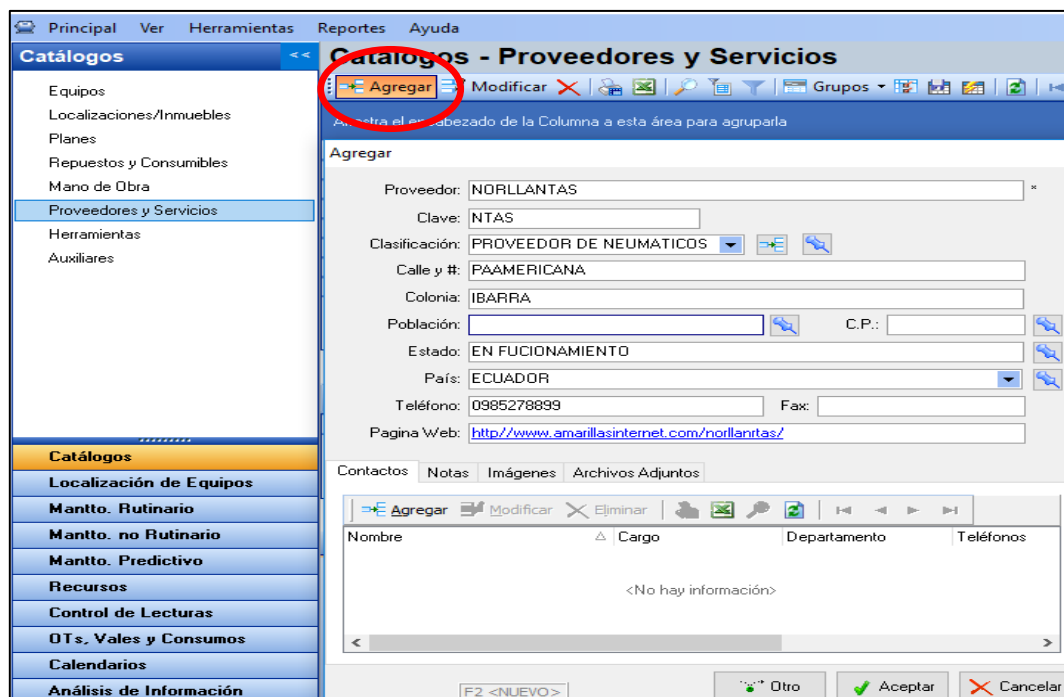


Figura 3.10 Catálogos/Proveedores y Servicios
Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.10 muestra el módulo Catálogos/Proveedores y Servicios, además se observa el botón Agregar, donde al hacer click se puede registrar: nombre de la empresa proveedora, clasificación en utilidad que brinda, ciudad y pagina web.

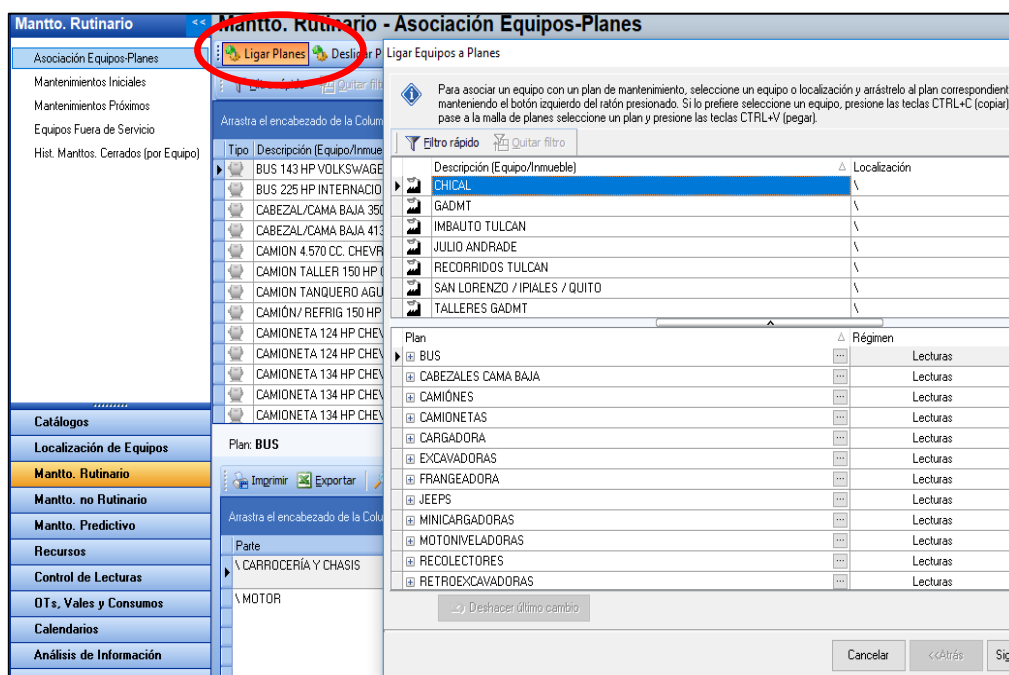


Figura 3.11 Mantto. Rutinario/Asociación Equipos-Planes
Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.11 muestra el módulo, Mantto. Rutinario/Asociación Equipos-Planes y se observa el botón Ligar Planes, al hacer click se genera tareas requeridas dependiendo el emparejamiento de los planes ya realizados con anterioridad a cada una de las unidades.

Mantto. Rutinario - Mantenimientos Iniciales

Equipo: CAMIONETA 134 HP CHEVROLET D-MAX CRDI AC 3.0CD 4X4 TM AÑO-2016 CMA-1048 {05.02.16}

Plan: CAMIONETAS Régimen: Lecturas

Estimado de uso: 3.000 KM/mes (124,85 KM/día) Modo de Ajuste: Manual

Último Contador: 86.351 KM (18/5/2018) Acumulada: 86.351 KM

Parte	Actividad	Fecha del Mantenimiento Inicial o de arranque	Mantenimiento Inicial o de arranque	+ Frecuencia =	Próximo Mantenimiento conforme al plan
\ SISTEMA (ELECTRICO,ELECTRONICO)	Revisión sistema eléctrico	28/11/2017	75.590 KM	15.000 KM	90.590 KM
\ SISTEMA DE FRENOS	Cambio banda de freno de las zapatas (4 quijadas)	28/11/2017	75.590 KM	20.000 KM	95.590 KM
\ SISTEMA DE SUSPENSIÓN	Alineación y balanceo	28/11/2017	75.590 KM	30.000 KM	105.590 KM
	Cambio de bujes de los cuelga muelles	28/11/2017	75.590 KM	20.000 KM	95.590 KM
	Cambio de partes de suspensión delantero	28/11/2017	75.590 KM	20.000 KM	95.590 KM
\ TREN PROPULSOR Y SISTEMA DE DIRECCIÓN	Calibración de conjunto de transmisión de torque	28/11/2017	75.590 KM	15.000 KM	90.590 KM
	Cambio aceite dirección hidráulica	28/11/2017	75.590 KM	40.000 KM	115.590 KM
	Cambio disco de embrague	28/11/2017	75.590 KM	40.000 KM	115.590 KM

Reemplazar todo...

☐ con la siguiente Lectura

☐ con la última lectura capturada

Reemplazar todo

Editar Uso Estimado Mensual

Aceptar Cancel

Figura 3.12 Mantto. Rutinario/Mantenimientos Iniciales
Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.12 muestra el módulo, Mantto. Rutinario/Mantenimientos Iniciales y se observa el botón Registrar Mantenimientos Iniciales, donde al hacer click se analiza el mantenimiento necesario o se puede verificar si es conveniente modificar el arranque de inicio que sea más factible para la programación, con la finalidad de que las unidades cumplan el desempeño de trabajo adecuado según sea la necesidad del mantenimiento programado, además el funcionamiento del MP9 es conocer las tareas generadas para cada unidad por medio de planes creados con anterioridad. Los planes generados dentro del software contienen información clara y correcta, si no se realiza el proceso de creación de mantenimientos con orden y especificaciones que corresponda a cada unidad, puede producir daños de gran costo económico y paros de funcionamiento.

3.9.1. ORDENES DE MANTENIMIENTOS PRÓXIMOS.

Son generadas según el cálculo obtenido por el ingreso de lecturas en funcionamiento de cada vehículo o máquina del GADMT.

Parte	Actividad	Último Mantenimiento realizado	+ Frecuencia =	Próximo Mantenimiento conforme al plan
\ CHEQUEO TODOS LOS SISTEMAS DEL VEHICULO	Revisión 18 Puntos	244.984 KM	5.000 KM	249.984 KM
\ MOTOR	ABC de Motor	239.845 KM	10.000 KM	249.845 KM
	Limpieza y engrase general del vehículo	244.984 KM	5.000 KM	249.984 KM
\ SISTEMA (ELÉCTRICO, ELECTRONICO)	Diagnóstico Electrónico (SCANNER)	239.845 KM	10.000 KM	249.845 KM
	Revisión sistem alimentación en aceleración IAC/MAF	239.845 KM	10.000 KM	249.845 KM
	Revisión sistema eléctrico	239.845 KM	15.000 KM	254.845 KM
\ SISTEMA DE FRENS	ABC de frenos	239.845 KM	10.000 KM	249.845 KM

Figura 3.13 Mantto. Rutinario/Mantenimientos Próximos

Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.13 muestra el módulo Mantto. Rutinario/Mantenimientos Próximos, en dicho módulo se puede generar procesos de realización de tareas dependiendo del rango programado, se suma las lecturas ingresadas diariamente de acuerdo con el funcionamiento desempeñado por la unidad, ya sea en kilometrajes o en horas de trabajo. De esa manera se logra obtener orden en los procesos y se disminuye el tiempo de parada inesperada. Las órdenes tienen un calendario de realización, lo cual evita acumulación de unidades en mantenimiento y existiría tiempo que cubra un daño imprevisto. Se debe tomar en cuenta que el sistema anterior utilizado en el GAD Municipal de Tulcán no realizaba este tipo de funcionamiento, lo que dificultaba el trabajo de cada una de las unidades en funcionamiento, aumentando tiempo y costo en mantenimiento correctivo.

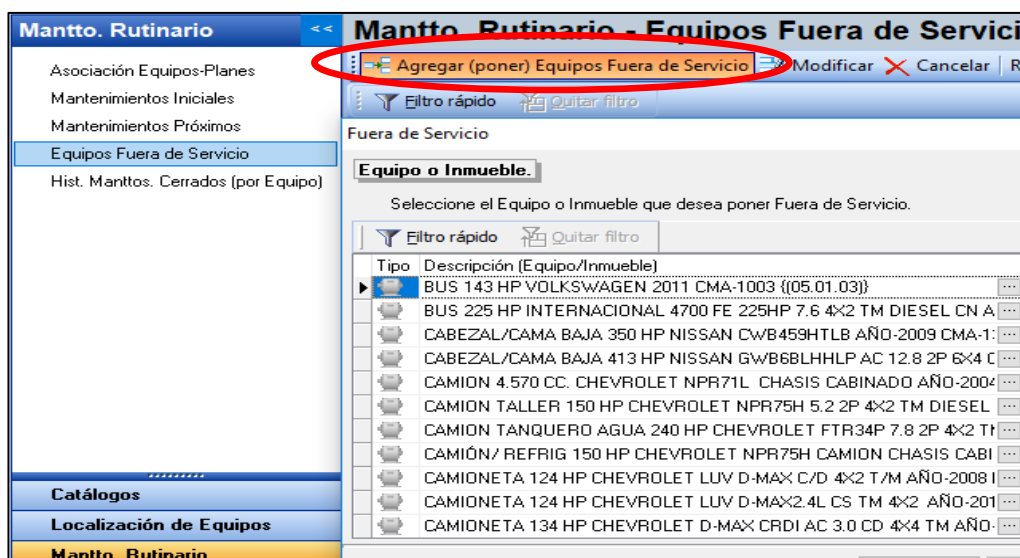


Figura 3.14 Mantto. Rutinario/Equipos fuera de servicio

Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.14 muestra el módulo Mantto. Rutinario/Equipos fuera de Servicio y se observa el botón Agregar (poner) Equipos Fuera de Servicio, donde al hacer click se enlista las unidades que están fuera de servicio o por antigüedad de trabajo ya no cumplen los requisitos de funcionamiento dentro del GAD Municipal de Tulcán.

3.9.2. CONTROL DE LECTURAS.

Registra lecturas en kilometrajes para vehículos y en horas para maquinaria.

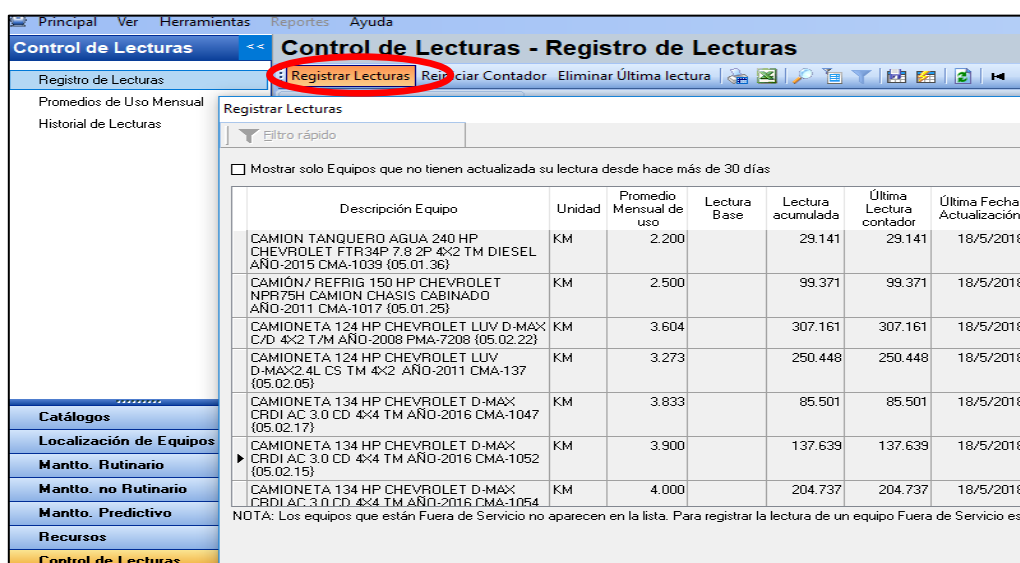


Figura 3.15 Control de Lecturas/Registro de lecturas

Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.15 muestra el módulo Control de Lecturas/Registro de lecturas y se observa el botón Registrar Lecturas, donde al hacer click se ingresan los kilometrajes y horas de trabajo. Con el fin de optimizar la vida útil de los vehículos y maquinaria del GAD Municipal de Tulcán, se ingresa la información diariamente, lo que permite obtener con exactitud fechas de los mantenimientos.

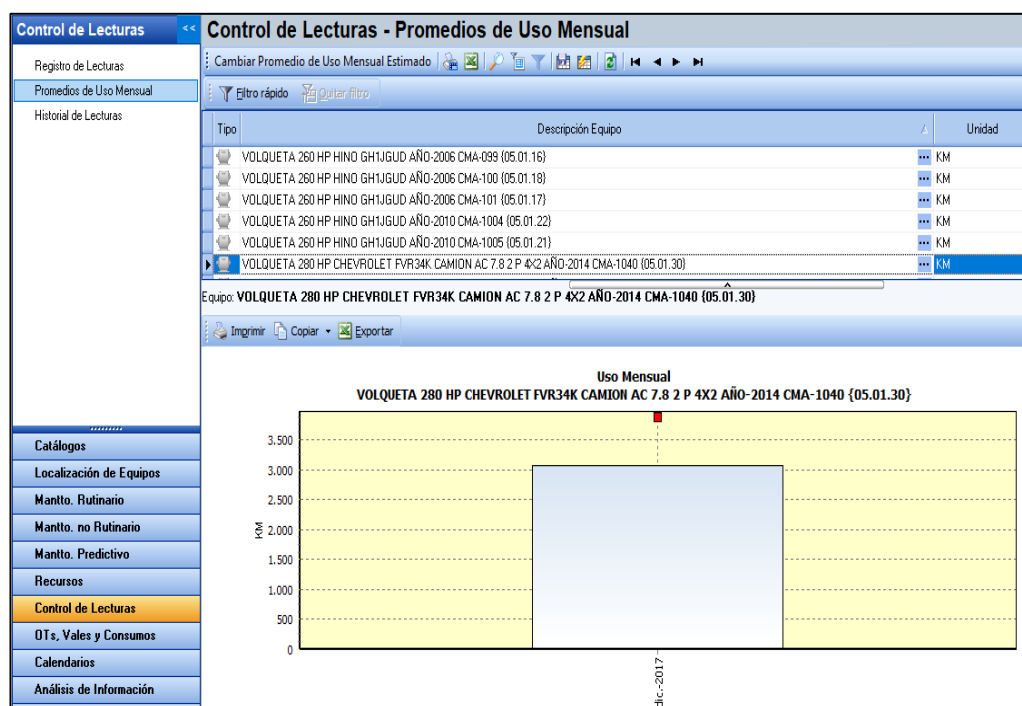


Figura 3.16 Lecturas/Promedios de uso mensual

Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.16 muestra el módulo Lecturas/ Promedios de uso mensual, donde se genera registros del promedio de uso mensual de la unidad, con una gráfica que explica el funcionamiento y uso estimado en el transcurso del mes de trabajo, además es creada según el número de lecturas ingresadas dentro del software, suma y saca un promedio de uso de la máquina o vehículo, que conste dentro de los catálogos ingresados.

Las gráficas creadas por el software MP9 cumplen la función de explicar el kilometraje o las horas de trabajo de cada una de las unidades en funcionamiento con fechas establecidas según lo requerido en la creación de la ficha de ingreso de datos de cada unidad que corresponde a la flota vehicular y maquinaria pesada.

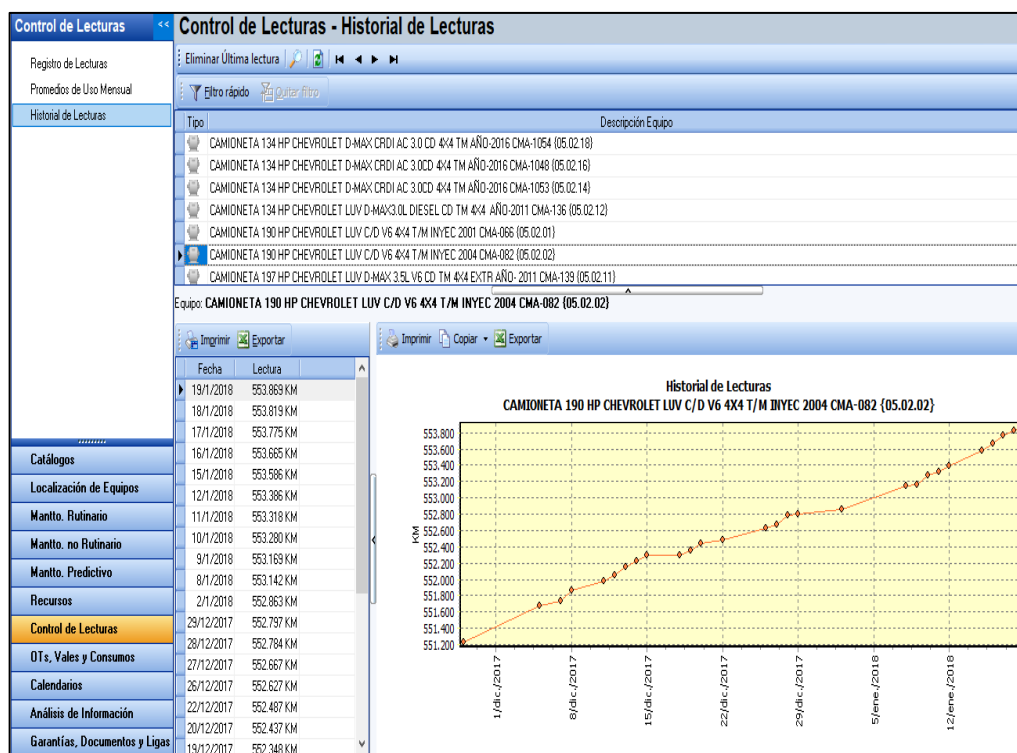


Figura 3.17 Control de lecturas/Historial de Lecturas
Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.17 muestra el módulo Control de Lecturas/Historial de Lecturas, donde se crea una gráfica de historial de lecturas mediante el uso de la unidad, ya que al ingresar lecturas de funcionamiento se dibuja una línea de trabajo realizado. En caso de no ingresar diariamente lecturas de trabajo, la línea tendrá grandes saltos y de tal manera deformación grafica de especificación en trabajos por kilometrajes y horas realizados.

Las gráficas se caracterizan por demostrar el proceso de trabajo de la máquina o vehículo que realice funcionamiento en el transcurso del día. Las fechas de trabajo establecidas por la jefatura de talleres se las puede demostrar mediante puntos graficados en la tabla, además se identifica el kilometraje según sea el ingreso de datos de manera diaria al software. Para lograr generar una gráfica que demuestre el tipo de funcionamiento diario de la unidad es importante usar ayuda por parte del operador de la máquina o vehículo, ya que conoce el recorrido de uso dependiendo de la orden asignada por parte del jefe de talleres.

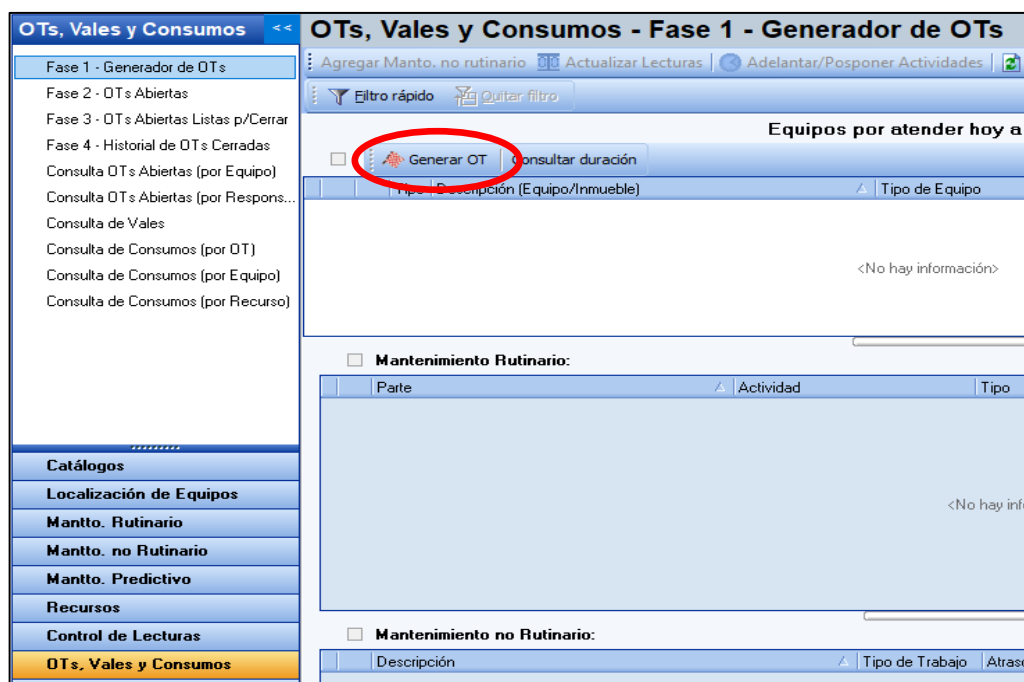


Figura 3.18 OTs/Fase 1 generador de OTs
Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.18 muestra el módulo OTs Vales y Consumos/Fase 1-Generador de OTs y se observa el botón Generar OT, al hacer click se puede crear ordenes de trabajo que se va a aplicar durante el periodo de mantenimiento establecido por el software.

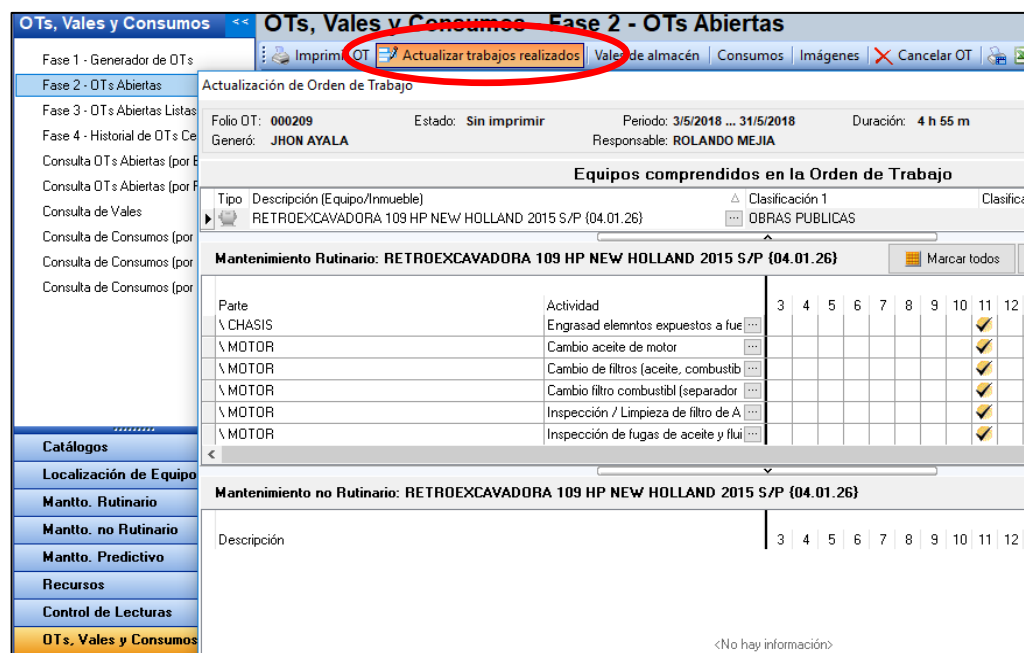


Figura 3.19 OTs/Fase2-OTs Abiertas
Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.19 muestra el módulo OTs Vales y Consumos/Fase2-OTs Abiertas y se observa el botón Actualizar trabajos realizados, donde al hacer click se verifica las tareas programadas en la orden de mantenimiento generada por el MP9, y es donde se confirma si el proceso de realización de la orden asignada está desarrollado en días específicos o en otros días del mes en el que aún se encuentre habilitado el periodo de verificación.

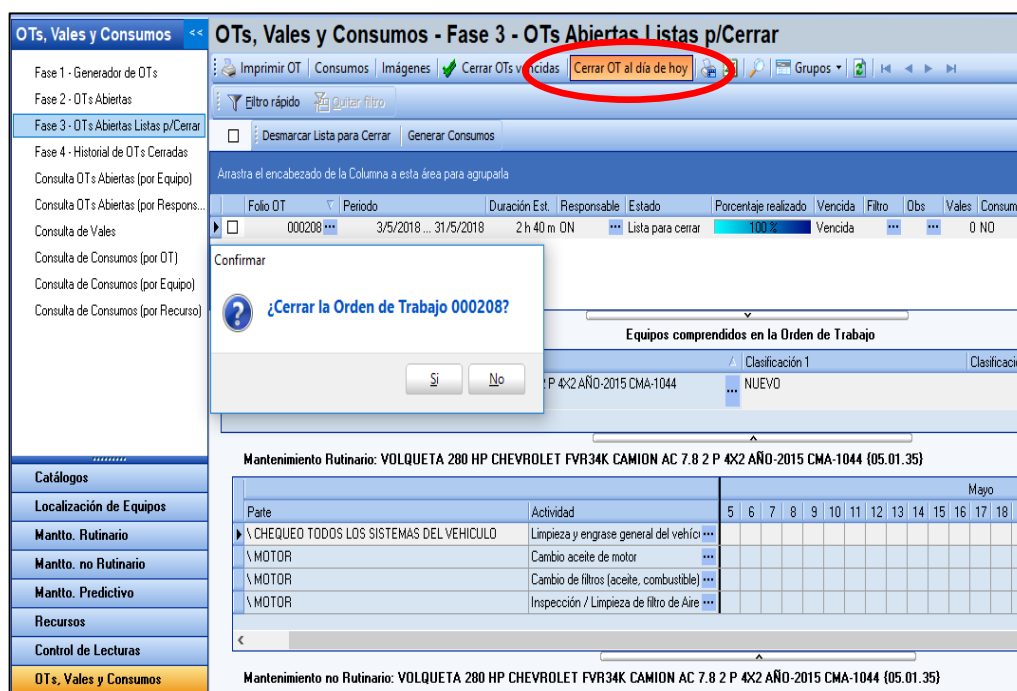


Figura 3.20 OTs/Fase3-OTs Abiertas listas P-Cerrar
Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.20 muestra el módulo, OTs Vales y Consumos/Fase3 OTs Abiertas listas P-Cerrar y se observa el botón Cerrar OT al día de hoy, donde al hacer click se puede verificar el procedimiento de realización de la orden de mantenimiento y de esa manera se logra constatar si el trabajo ha sido realizado o no en su totalidad, una vez desarrollada de la fase 3; se procede a cerrar la orden.

Este proceso es impórtate ya que, al realizar la verificación del mantenimiento, el sistema puede analizar de manera rápida y ordenada lo que debe calcular en los mantenimientos próximos según lo establecido en la programación por el operador del software en funcionamiento.

Principal Ver Herramientas Reportes Ayuda

OTs, Vales y Consumos

OTs, Vales y Consumos - Fase 4 - Historial de OTs Cerradas

Fase 1 - Generador de OTs

Fase 2 - OTs Abiertas

Fase 3 - OTs Abiertas Listas p/Cerrar

Fase 4 - Historial de OTs Cerradas

Imprimir OT Reabrir OT Consumos Imágenes Grupos Filtro rápido Quitar filtro

Arrastra el encabezado de la Columna a esta área para agruparla

	Folio OT	Periodo	Duración Est.	Responsable	Estado	Porcentaje realizado
Consulta OTs Abiertas (por Equipo)	000161	25/4/2018 ... 30/4/2018	2 h 40 m	ON	Cerrada	100 %
Consulta OTs Abiertas (por Respons...	000160	25/4/2018 ... 30/4/2018	4 h 10 m	CIHH	Cerrada	100 %
Consulta de Vales	000159	19/4/2018 ... 30/4/2018	2 h 40 m	RM	Cerrada	100 %
Consulta de Consumos (por OT)	000158	19/4/2018 ... 30/4/2018	2 h 40 m	RM	Cerrada	100 %
Consulta de Consumos (por Equipo)	000157	19/4/2018 ... 30/4/2018	3 h 30 m	ON	Cerrada	100 %
Consulta de Consumos (por Recurso)	000156	12/4/2018 ... 30/4/2018	14 h 40 m	MA	Cerrada	100 %
	000155	12/4/2018 ... 30/4/2018	14 h 40 m	MFVC	Cerrada	100 %
	000154	12/4/2018 ... 30/4/2018	9 h 10 m	JO	Cerrada	100 %
	000153	12/4/2018 ... 30/4/2018	2 h 40 m	JAAP	Cerrada	100 %
	000152	12/4/2018 ... 30/4/2018	2 h 40 m	CIHH	Cerrada	100 %
	000151	12/4/2018 ... 30/4/2018	2 h 40 m	SA	Cerrada	100 %
	000150	12/4/2018 ... 30/4/2018	11 h 50 m	RM	Cerrada	100 %
	000149	12/4/2018 ... 30/4/2018	10 h 25 m	ON	Cerrada	100 %
Catálogos	000148	12/4/2018 ... 30/4/2018	4 h 00 m	MA	Cerrada	100 %
Localización de Equipos	000147	12/4/2018 ... 30/4/2018	8 h 50 m	MFVC	Cerrada	100 %
Mantto. Rutinario	000146	12/4/2018 ... 30/4/2018	8 h 50 m	JAAP	Cerrada	100 %
Mantto. no Rutinario	000145	12/4/2018 ... 30/4/2018	3 h 30 m	JO	Cerrada	100 %
Mantto. Predictivo	000144	12/4/2018 ... 30/4/2018	2 h 50 m	CIHH	Cerrada	100 %
Reursos	000143	12/4/2018 ... 30/4/2018	4 h 55 m	CIHH	Cerrada	100 %
Control de Lecturas	000142	12/4/2018 ... 30/4/2018	4 h 55 m	JAAP	Cerrada	100 %
	000141	12/4/2018 ... 30/4/2018	9 h 35 m	JO	Cerrada	100 %
	000140	12/4/2018 ... 30/4/2018	13 h 05 m	MFVC	Cerrada	100 %
OTs, Vales y Consumos	000139	12/4/2018 ... 30/4/2018	9 h 05 m	MA	Cerrada	100 %
	000138	12/4/2018 ... 30/4/2018	9 h 15 m	ON	Cerrada	100 %

Figura 3.21 OTs/Fase 4 Historial OTs Cerradas

Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.21 muestra que generada la Fase 3, la orden de trabajo se guarda en la base de datos del MP9, de manera que para poder verificar las órdenes realizadas se procede a ingresar al módulo OTs Vales y Consumos/Fase 4 Historial OTs Cerradas.

Principal

Ver Herramientas

Reportes

Ayuda

Calendarios

Condensado Anual (por Equipo)

Extendido Detallado (por Equipo)

Extendido (varios Equipos)

Paros Programados

Mostrar detalles

Filtro rápido

Quitar filtro

Descripción (Equipo/Inmueble)

CAMIONETA 190 HP CHEVROLET LUV C/D V6 4X4 T/M INYEC 2004 CMA-082 (05.02.02)

Imprimir

Calendario Condensado de: CAMIONETA 190 HP CHEVROLET LUV C/D V6 4X4 T/M INYEC 2004 CMA-082

Jun 2018

Lun

Mar

Mié

Jue

Vie

Sáb

Dom

Figura 3.22 Calendarios/Condensado Anual (por Equipo)

Fuente: (MP Software Versión 9)

La Figura 3.22. muestra el módulo Calendarios/Condensado Anual (por Equipo), donde una vez realizado el proceso de OTs se puede verificar los mantenimientos en fechas establecidas por la programación del software durante el periodo de un año.

3.10. PAGOS DE MANTENIMIENTO POR EMPRESAS CON CBM Y MP9.

La aplicación del sistema de mantenimiento CBM junto con el software especializado MP9, es realizado durante el periodo de 6 meses laborables, donde se utilizó componentes de cada uno de los sistemas antes mencionados para desarrollar una estrategia de factibilidad económica dentro de los mantenimientos preventivos y correctivos que sean de beneficio para el funcionamiento de la flota vehicular y maquinaria pesada del GAD Municipal de Tulcán.

3.10.1. CONTRATO INDUSNAV PRESUPUESTO CON CBM Y MP9

Durante seis meses del año 2017-2018 y calculado los costos de mantenimiento a maquinaria pesada, camionetas, camiones, buses, volquetas y recolectores, con el contrato referente al Taller mecánico Indusnav, se realizó con la utilización del software MP9 y la aplicación del sistema de mantenimiento CBM, teniendo como resultado \$51 642. A continuación, se presenta la Tabla 3.7 muestra los meses de cancelación, el valor de pagos trimestrales y el total semestral referente a la empresa Indusnav, con uso del sistema CBM Y MP9.

Tabla 3.7 Pagos Indusnav 2017-2018 con CBM y MP9

Pagos Indusnav 2017-2018 con CBM y MP9			
Mes 2017-2018	N° Mes	N° Pago	Valor
Octubre Noviembre Diciembre	3	1	\$38 369
Enero Febrero Marzo	3	1	\$13 273
Total	6	2	\$51 642

Fuente: (GADMT)

3.10.2. CONTRATO IMBAUTO PRESUPUESTO CON CBM Y MP9

Durante seis meses del año 2017-2018 y calculado los costos de mantenimiento a camionetas y volquetas con el contrato referente a la empresa Automotriz Imbauto, se realizó con la utilización del Software MP9 y la aplicación del sistema de mantenimiento CBM, teniendo como resultado \$24 832. A continuación, se presenta la Tabla 3.8 muestra los meses de cancelación, el valor de pagos trimestrales y el total semestral referente a la empresa Imbauto, con uso del sistema CBM Y MP9.

Tabla 3.8 Pagos Imbauto 2017-2018 con CBM y MP9

Pagos Imbauto 2017-2018 con CBM y MP9			
Mes 2017 -2018	N° Mes	N° Pago	Valor
Octubre Noviembre Diciembre	3	1	\$13 443
Enero Febrero Marzo	3	1	\$11 389
Total	6	2	\$24 832

Fuente: (GADMT)

3.10.3. CONTRATO AUSTRAL PRESUPUESTO CON CBM Y MP9

Durante seis meses del año 2017-2018 y calculado los costos de mantenimiento a maquinaria pesada, con el contrato referente a la Empresa Austral, se realizó con la utilización del Software MP9 y la aplicación del sistema de mantenimiento CBM, teniendo como resultado \$20 838. A continuación, se presenta la Tabla 3.9 muestra los meses de cancelación, el valor de pagos trimestrales y el total semestral referente a la empresa Austral, con uso del sistema CBM Y MP9.

Tabla 3.9 Pagos Austral 2017-2018 con CBM y MP9

Pagos Austral 2017-2018 con CBM y MP9			
Mes 2017 – 2108	N° Mes	N° Pago	Valor
Octubre Noviembre Diciembre	3	1	\$12 497
Enero Febrero Marzo	3	1	\$8 341
Total	6	2	\$20 838

Fuente: (GADMT)

3.11. TOTAL, PAGO SEMESTRAL CON CBM Y MP9

Al utilizar información real de mantenimientos preventivos y en caso de ser necesario correctivos, se generó datos de pagos por planilla utilizados para el análisis de costos y la diferencia en economía del presupuesto con el funcionamiento del software y el sistema CBM, en un periodo de seis meses laborables en el año 2017-2018 se efectúa un pago total de \$97 312. Por lo tanto, el uso y aplicación del sistema de Mantenimiento Basado en Condición (CBM) juntamente con el software MP9 son de gran utilidad en la reducción de gastos en mantenimiento de la flota vehicular y maquinaria pesada. A continuación, se presenta la Tabla 3.10 muestra el monto de cancelación por empresa semestral y el valor de pago total de todas las empresas con uso del sistema CBM Y MP9.

Tabla 3.10 Pago semestral con aplicación CBM y MP9

Pago semestral con aplicación CBM y MP9		
MES Año 2017- 2018	Convenio de Pago	Pago semestral
Octubre Noviembre Diciembre Enero Febrero Marzo	Austral	\$ 20 838
	Indusnav	\$ 51 642
	Imbauto	\$ 24 832
Total		\$ 97 312

Fuente: (GADMT)

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MANTENIMIENTO APLICADO EN EL GADMT

Dentro del análisis del Mantenimiento Basado en Condiciones CBM, realizado en el transcurso de la aplicación del proyecto de grado aplicado en el GAD Municipal de Tulcán, se utilizó datos reales de mantenimientos a maquinaria y vehículos livianos, de acuerdo a los trabajos y utilización diaria de parte de las diferentes direcciones Municipales, juntamente con la instalación y funcionamiento del software MP9, de igual manera se utiliza datos reales del periodo de seis meses donde se aplica sistemas de mantenimiento manuales como ordenes de trabajo generadas de acuerdo a la necesidad de funcionamiento de la unidad que realiza el conductor u operador responsable de la misma sin la utilización del software antes mencionado, de tal manera que se logra obtener una comparación de valores de mantenimiento con el fin de demostrar la reducción de costos, utilizando el software MP9 y el sistema de mantenimiento CBM.

Los procesos de mantenimiento utilizados con anterioridad en el GAD Municipal de Tulcán, eran en tablas generadas por excel, mismas que explican los módulos de mantenimiento a realizar según las horas o kilometrajes de recorrido por cada unidad. En comparación con el funcionamiento del software MP9 dichos módulos de mantenimiento ya son programados y automáticamente generan hojas de actividades para el técnico encargado.

Los mantenimientos eran aplicados a medida que la máquina no tenía un buen desempeño de trabajo, debido a la falta de horómetro, el mantenimiento duraba 25 días por lo que se tenía que analizar cuál es el problema de funcionamiento. En la actualidad gracias a la aplicación del sistema CBM juntamente con el MP9, los mantenimientos disminuyeron el tiempo de aplicación, debido a un sistema de lecturas de trabajo diario ingresado en el software. Para lograr la recolección de datos, se tomó en cuenta la ayuda por parte del operador, mismo que daba información de horas de trabajo diarias realizadas por la máquina.

Al usar el sistema de lecturas se reduce el tiempo de mantenimientos de 25 días a 10 días de trabajo laborable. Al conocer las horas de trabajo de la máquina, se puede aplicar el plan de mantenimiento creado en horas específicas y según lo programe el software.

4.2. PAGOS POR EMPRESAS SIN Y CON APLICACIÓN DE CMB Y MP9.

La aplicación del sistema de mantenimiento basado en condición, junto con el software informático MP9, cumple con el objetivo de reducir costos de mantenimiento en los pagos de planillas de las empresas contratistas donde se encarga de desarrollar tareas designadas por el jefe de talleres del GAD Municipal de Tulcán. Los resultados obtenidos por el pago de planillas, sin la aplicación del sistema CBM y el software MP9, durante el periodo de seis meses es \$ 141 567, y los resultados de pago con la aplicación del sistema CBM y MP9 es \$ 97 312. A continuación, se presenta la Tabla 4.1 muestra el monto de cancelación por empresa semestral y el valor total de pago con y sin uso del sistema CBM y MP9.

Tabla 4.1 Gastos de Mantenimiento por empresas

Gastos de mantenimiento por empresas		
Empresas	Pagos sin CBM y MP9 semestral	Pagos con CBM y MP9 semestral
Indusnav	\$ 90 478	\$ 51 642
Imbauto	\$ 25 654	\$ 24 832
Austral	\$ 25 435	\$ 20 838
Total	\$ 141 567	\$ 97 312

Fuente: (GADMT)

4.3. PAGOS TRIMESTRALES SIN Y CON APLICACIÓN DE CBM Y MP9.

Los pagos realizados dentro del GAD Municipal de Tulcán son desarrollados mediante planillas trimestrales. El estudio de análisis de desembolsos generados durante el periodo de seis meses sin la aplicación del sistema CBM y MP9, demostró que la

primera planilla generada en los meses de abril a junio, el pago es \$26 893 y de julio a septiembre \$114 674, obteniendo como resultado semestral \$141 567.

Realizado la aplicación del sistema de mantenimiento CBM y del software MP9, se obtuvo resultados de la primera planilla en los meses de octubre a diciembre el valor de \$64 309, de enero a marzo \$33 003, donde se obtuvo como resultado semestral el valor de \$97 312. A continuación, se presenta la Tabla 4.2 muestra el monto de cancelación trimestral y el valor de pago total semestral de las dos planillas con y sin uso del sistema CBM y MP9

Tabla 4.2 Gastos en comparación por meses

Gastos en comparación por meses				
N° de Planilla de pago	Meses sin CBM y MP9	Pagos sin CBM y MP9, trimestral	Meses con CBM y MP9	Pagos con CBM y MP9, trimestral
Planilla 1	Abril Mayo Junio	\$ 26 893	Octubre Noviembre Diciembre	\$ 64 309
Planilla 2	Julio Agosto Septiembre	\$ 114 674	Enero Febrero Marzo	\$ 33 003
Total semestral		\$ 141 567	Total semestral	\$ 97 312

Fuente: (GADMT)

4.4. COMPARACIÓN DE PORCENTAJE SIN Y CON CBM Y MP9

El desarrollo de cálculo por porcentajes de reducción de costo final y como comparación de los seis meses laborables del 2017 se obtuvo como porcentaje el 44 %, se debe tomar en cuenta que no se aplicó el Sistema de Mantenimiento CBM juntamente con el software informático MP9 y en el año 2017-2018 con la aplicación de CBM y MP9 se obtuvo un porcentaje del 31 %. A continuación, se presenta la Tabla 4.3 muestra el monto de cancelación semestral, el porcentaje de gastos con y sin uso

del sistema CBM y MP9 y el monto de presupuesto anual para la jefatura de talleres del GAD Municipal de Tulcán.

Tabla 4.3 Porcentajes semestrales año 2017 y 2018

Porcentajes semestrales año 2017 y 2018		
Detalle	Pagos semestrales	Porcentaje de gastos semestral
Sin CBM y MP9	\$ 141 567	44 %
Con CBM y MP9	\$ 97 312	31 %
Presupuesto total, anual	\$ 319 000	100 %

Fuente: (GADMT)

Al generar resultados semestrales con y sin aplicación del sistema CBM y el software MP9, se puede calcular el resultado de comparación, donde indica que el uso de dichos sistemas reduce un 13 % al presupuesto semestral del GAD Municipal de Tulcán, lo que demuestra que es de utilidad para ahorro económico en beneficio de la población, juntamente con la Institución. A continuación, se presenta la Tabla 4.4 muestra el porcentaje de cancelación semestral con y sin uso del sistema CBM y MP9, logrando una reducción del 13 % en el pago anual que realiza el GAD Municipal de Tulcán.

Tabla 4.4 Porcentajes comparativos entre el año 2017 y 2018

Reducción total de porcentajes entre 2017-2018	
Año	Porcentaje semestral
Sin uso Mp9 y CBM 2017	44 %
Con uso Mp9 y CBM 2017-2018	31 %
Total, reducción costos semestral en comparación con y sin software MP9 y CBM	13 %

Fuente: (GADMT)

4.5. CÁLCULO DE PROYECCIÓN DE PAGO ANUAL CON CBM Y MP9.

Los pagos cancelados en el GAD Municipal de Tulcán son realizados mediante planillas trimestrales, la aplicación del Sistema de Mantenimiento Basado en Condiciones (CBM) juntamente con el Software informático MP9, se llevó a cabo durante el periodo de 6 meses laborables en el transcurso de octubre a diciembre del 2017 y de enero a marzo del 2018.

Al obtener como referencia un valor trimestral del año 2017 y 2018, se puede realizar el cálculo de proyección de gasto con funcionamiento del CBM y MP9 en el año 2018. Se utiliza el primer pago trimestral y se lo divide para tres, con el fin de obtener un valor constante mensual de \$27 956.

Calculado el monto mensual, se aplica la multiplicación del pago trimestral por dos y se obtiene el valor semestral de \$167 738. Para el siguiente paso de cálculo en proyección de pago anual, se utiliza el monto semestral multiplicado por 2, y se obtiene el valor anual de \$335 476 con un porcentaje del 33 %. A continuación, se presenta la Tabla 4.5 muestra la proyección de pago mensual, trimestral, semestral y anual en el año 2018 con el respectivo porcentaje de gasto.

Tabla 4.5 Proyección a 1 año con uso de MP9 y CBM 2018

Proyección a 1 año con uso de MP9 y CBM 2018					
Años	Pagos mensuales por un año	Total, pago trimestral	Total, pago semestral	Total, pago anual	Porcentaje
2017	\$ 21 436	\$ 64 309	\$ 128 618	\$ 257 236	25 %
2018	\$ 27 956	\$ 83 869	\$ 167 738	\$ 335 476	33 %

Fuente: (GADMT)

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se obtuvo la reducción de costos de mantenimiento del 13% del presupuesto anual en el GAD Municipal de Tulcán, al realizar cambios de lubricantes, neumáticos y repuestos acorde a cada unidad y gracias a la implementación, aplicación y uso del sistema de mantenimiento CBM juntamente con el software MP9.
- El Software MP9 junto con el sistema CBM, disminuye las paradas inesperadas, por medio del control de lecturas en kilometrajes en el caso de vehículos, y en horas de trabajo para maquinaria.
- La programación del software aporta a la vida útil y reducción de tiempo de parada en cada unidad en mantenimiento, gracias a que los vehículos y maquinas constan de un cronograma mensual distribuido en fechas de aplicación y depende de las actividades desarrolladas por cada unidad en kilómetros y horas.
- Los mantenimientos correctivos aplicados en maquinaria pesada sin uso del sistema CBM y MP9 duraban 25 días, ya que no se realizaba un pedido de repuestos que permanezca en bodega y con el funcionamiento de los sistemas aplicados juntamente con la organización de pedidos el mantenimiento dura 10 días.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para aprovechar todos los beneficios de la implementación del software informático MP9 y el sistema de mantenimiento CBM en las instituciones, el parque automotor debe disponer de un mínimo de 20 unidades.
- Capacitar al personal del GAD Municipal de Tulcán que va hacer uso del software MP9, para el correcto funcionamiento y utilidad.
- Ingresar correctamente los planes de mantenimiento al software MP9 con el fin de evitar a futuro mantenimientos erróneos o innecesarios
- Realizar una capacitación sobre mantenimientos automotrices ya que algunos operadores y conductores carecen de conocimientos mecánicos.
- Utilizar sistemas de mantenimiento que aporten y estén acorde a las necesidades de la institución, disminuyendo mantenimientos correctivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anh Nguyen , K., Grall, A., & DO, P. (2014). Condition-based maintenance for multi-component systems using importance measure and predictive information. *International Journal of Systems Science*, 228-245.
2. Barraza Barraza , D. (2014). Opportunities and Challenges in Condition-Based Maintenance Research. *Proceedings of the 2014 Industrial and Systems Engineering Research Conference* (pág. 9). Texas: Universidad Tecnológica de Texas.
3. Bermúdez , J. C. (6 de noviembre de 2013). starMedia. Obtenido de starMedia: <http://autos.starmedia.com/taller-mecanico/tipos-mantenimiento-para-auto.html>
4. Bernal Matute, Á. A. (2012). Manejo y Optimización de las Operaciones de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en un Taller Automotriz. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
5. Botero G, C. (1991). *Manual de Mantenimiento*. Santa Fe de Bogotá: Sena.
6. Burbano , C. (5 de Mayo de 2013). SlideShare. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/mecatroniko/historia-de-mantenimiento>
7. Carnero , M. (2012). Condition Based Maintenance in Small Industries. *IFAC Proceedings Volumes*, 199-204.
8. Cochea Tomalá, S. (2009). Métricas de calidad de sistemas de información: aplicación en certificación de la calidad de un sistema en una empresa del sector hidrocarburífero. Guayaquil : Escuela Superior Politécnica del Litoral.
9. De la Paz Martínez , E., & López Espinosa , H. (2014). Evolución de mantenimiento en Cuba y la participación de las universidades en el proceso. *Revista CINTEX*, 48-53.

10. Fan, S., Zhou, Q., Zhao, J., & Xiong, X. (2014). Research and Implementation of Condition-Based Maintenance System for Stack Crane in Automatic Storage and Retrieval System. *Proceedings of China Modern Logistics Engineering* (pág. 292). China: Logística Ingeniería Institución, CMES.
11. Fred R, D. (2017). Conceptos De Administración Estratégica. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA.*, 5-9.
12. Gamero , H. (19 de Junio de 2014). SlideShare. Obtenido de SlideShare: https://es.slideshare.net/HaroldHarry/proceso-de-recoleccion-de-datos-36082561?qid=182df457-d75f-4f37-b2e2-693367004ad7&v=&b=&from_search=3
13. García Alcaráz, J. L., & Pérez Rico, L. (2015). Factores Tecnológicos asociados al éxito del mantenimineto precentivo total (TPM) en Maquilas. Ciudad Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
14. Garcia, S. (24 de Octubre de 2017). Renovetec. Obtenido de Renovetec: <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>
15. Guaján Morán, A. P. (2016). Programa de mantenimiento productivo total para la maquinaria del gobierno autónomo descentralizado de Cotacachi. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
16. Ho Shin, J., & Bae Jun, H. (2015). On condition based maintenance policy. In *Journal of Computational Design and Engineering*, 119-127.
17. Ikuobase, E., Romero A, N., & Alan J, M. (2016). Elements Of Maintenance Systems And Tools For Implementation Within The Framework Of Reliability Centred Maintenance- A Review. *Diario de Ingeniería Mecánica y Tecnología (JMET)*, 13.

18. Jantunen, E., Arnaiz, A., Baglee, D., & Fumagalli, L. (2014). Identification of wear statistics to determine the need for a new approach to maintenance. Helsinki Finlandia: University of Sunderland.
19. Jong-Ho , S., & Hong-Bae, J. (2015). On condition based maintenance policy. Journal of Computational Design and Engineering, Volume 2, Issue 2, 119.
20. Martínez Giraldo , L. (2014). Metodología para la definición de tareas de mantenimiento basado en confiabilidad, condición y riesgo aplicada a equipos del sistema de transmisión nacional. Medellín, Colombia : Universidad Nacional de Colombia.
21. Martínez Giraldo, L. A. (2014). Metodología para la definición de tareas de mantenimiento basado en confiabilidad, condicion y riesgo aplicada a equipos del sistema de transmisión nacional. Medellín : Universidad Nacional de Colombia.
22. Méndez Quiroga, J., & Oviedo Castillo, S. (2011). Implementación de un mantenimiento basado en la condición usando modelos y simulación: caso de estudio de un motor sincrónico de imanes permanentes. Ingeniería e Investigación.
23. Mora, E. (25 de Agosto de 2011). TPM on Line.com. Obtenido de TPM on Line.com:
http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm
24. Mundarain Castañeda, C. (2009). Diseño de un programa de mantenimiento basado en condición, enfocado a la mejora de la efectividad de los activos rotativos . Puerto la Cruz: Universidad de Oriente.
25. Olarte C, W., Botero A, M., & Cañon A, B. (2010). Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

26. Orozco Murillo , W. (2017). Gestión del mantenimiento, hacia una línea de investigación. Revista Cintex , 65-68.
27. Pérez Gonzáles , C. M., & García Córdoba, M. (2015). Un típico plan de mantenimiento preventivo. reaxon Ciencia y Tecnología Universitaria, 1.
28. Pico Leguizamo, C. R. (2011). Gestión del mantenimiento para la sección de equipo caminero del gobierno municipal de arajun. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
29. Pólit Faggioni, C. (2014). Art. 2.- Asignación de los vehículos. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/331460334/Acuerdo-005-CG-2014-Reglamento-para-el-control-vehiculos-del-sector-Publico-pdf>.
30. Pressman , R. (2010). Ingeniería del software. México: University of Connecticut.
31. Quiroga Méndez, J., & Oviedo Castillo , S. (2011). Implementación de un mantenimiento basado en la condición usando modelado y simulación: caso de estudio de un motor sincrónico de imanes permanentes. Scielo, 1.
32. Reportero Industrial. (8 de septiembre de 2016). Reportero Industrial. Obtenido de Reportero Industrial: <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Los-principales-objetivos-del-mantenimiento+114923>
33. Riera Chavez, J. J. (2012). Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento industrial asistido por computador para la empresa cubiertas del Ecuador Kubiec S.A en la planta Esthela . Quito: Escuela Politécnica del Ejército.
34. Samaniego Aguirre, C. C. (2013). implementación de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (rcm), para la empresa chova del ecuador s.a. plantas inga y cashapanba . Escuela Politécnica del Ejército, 3.

35. Sanchez , A., & Romero , A. (2014). Consideraciones para la gestión de interruptores de alta tensión, en el marco de la ISO 55000. IEEE, 606-611.
36. Toffler, A. (2016). Powershift. Revista de Filosofía , 175.
37. Trujillo C, G., & Latín América , N. (22 de marzo de 2016). Artículos por nuestros conferencistas. obtenido de artículos por nuestros conferencistas: <http://www.cmcm.com.mx/mantenimiento-basado-en-condicion-mbc-para-cumplir-con-isots-16949-en-la-industria-automotriz/>
38. Tulcán, G. M. (2016). Inventario de vehiculos . Tulcán : GAD Municipal del cantón Tulcán.
39. Tulcán, M. d. (22 de Junio de 2012). Munipio de Tulcán. Obtenido de Munipio de Tulcán: <http://www.gmtulcan.gob.ec/index.php/2012-06-06-13-04-36/2012-06-06-13-07-18>
40. Vázquez Sánchez, K. H. (2014). Mantenimiento Correctivo. Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicios NO. 148.
41. Villada , F., Moreno, G., & Valencia, J. (2016). El mantenimiento predictivo y su efecto en la optimización de costos de mantenimiento. Revista Facultad de Ingeniería , 95-105.
42. Wong, C., Chan, F., & Chung, S. (2013). A joint production scheduling approach considering multiple resources and preventive maintenance tasks. International Journal of Production Research, 883-896.
43. Zúñiga, C. (16 de Febrero de 2014). SlideShare. Obtenido de SlideShare: https://es.slideshare.net/CarlosAlbertoZiga/concepto-y-aplicacin-del-mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo-31266732?qid=15b54465-0508-4854-8025-cd8220fae003&v=&b=&from_search=1

44. Zúñiga, E. (1 de Enero de 2016). Autobody magazine. Obtenido de Autobody magazine:
<https://www.autobodymagazine.com.mx/2016/01/01/metele-ruedas-a-la-tecnologia-en-el-taller-mejor-informacion-mejor-toma-de-decisiones/>

ANEXOS

ANEXO I
UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE MP9 POR JEFE Y ASESOR DE TALLERES DEL
GAD MUNICIPAL DE TULCÁN

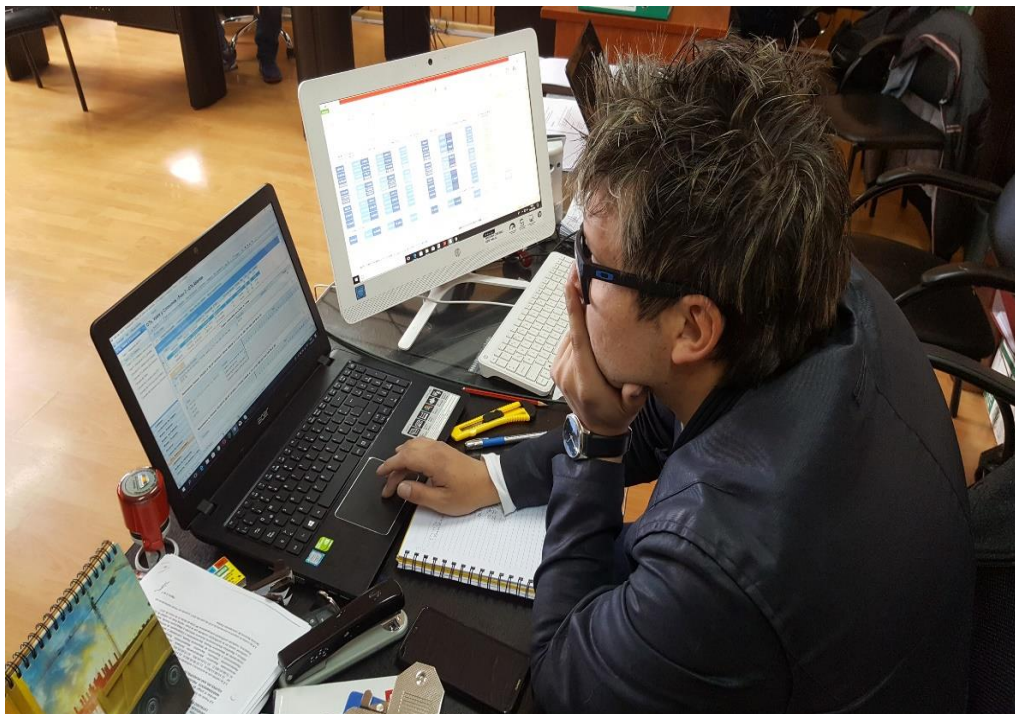


Figura Al. 1 Uso del software MP9 por el jefe de talleres GADMT



Figura Al. 2 Uso del software MP9 por el jefe de talleres GADMT

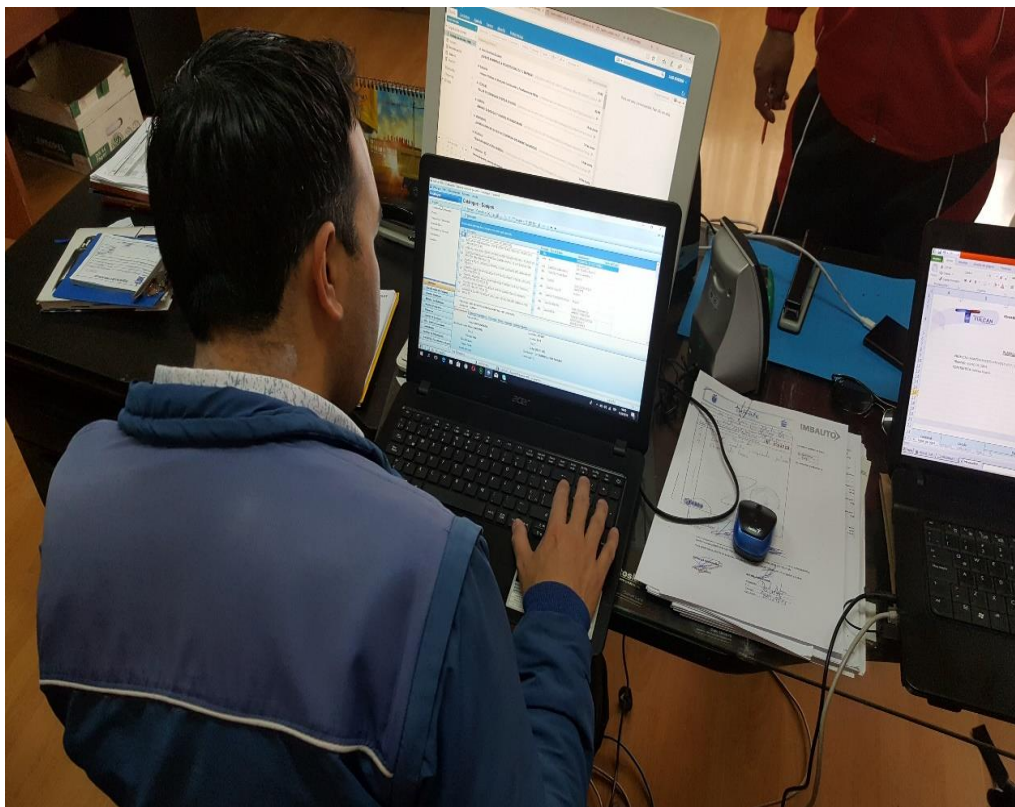


Figura Al. 3 Uso del software MP9 por el asesor de talleres GADMT



Figura Al. 4 Uso del software MP9 por el asesor de talleres GADMT

ANEXO II

FLOTA VEHICULAR Y MAQUINARIA PESADA



Figura All. 1 Camioneta Chevrolet Luv D-Max gris GADMT.



Figura All. 2 Camioneta Chevrolet Luv D-Max gris GADMT.



Figura All. 3 Camioneta Chevrolet Luv D-Max dorada GADMT.



Figura All. 4 Camioneta Chevrolet Luv D-Max dorada GADMT.



Figura All. 5 Camioneta Ford F-150 blanca GADMT.



Figura All. 6 Camioneta Ford F-150 blanca GADMT.



Figura All. 7 Jeep Gran vitara SZ gris GADMT.



Figura All. 8 Jeep Gran vitara SZ plomo GADMT.



Figura All. 9 Jeep Gran vitara SZ plomo GADMT.



Figura All. 10 Bus Volkswagen negro GADMT.



Figura All. 11 Bus Volkswagen negro GADMT.



Figura All. 12 Bus Internacional negro GADMT.



Figura All. 13 Bus Internacional negro GADMT.



Figura All. 14 Camión Chevrolet NPR azul GADMT.



Figura All. 15 Camión Chevrolet NPR azul GADMT.



Figura All. 16 Camión Chevrolet NQR blanco GADMT.



Figura All. 17 Camión Chevrolet NPR blanco GADMT.



Figura All. 18 Cabezal/cama baja Nissan azul GADMT.



Figura All. 19 Cabezal/cama baja Nissan azul GADMT.



Figura All. 20 Cabezal/cama baja Nissan blanco GADMT.



Figura All. 21 Cabezal/cama baja Nissan blanco GADMT.



Figura All. 22 Volqueta FVR blanca GADMT.



Figura All. 23 Volqueta Chevrolet FVR blanca GADMT.



Figura All. 24 Volqueta Hino GH tomate GADMT.



Figura All. 25 Volqueta Hino GH tomate GADMT.



Figura All. 26 Volqueta Chevrolet FVR blanca GADMT.



Figura All. 27 Volqueta Chevrolet FVR blanca GADMT.



Figura All. 28 Recolector Volkswagen blanco GADMT.



Figura All. 29 Recolector Hino GH blanco GADMT.



Figura All. 30 Recolector Internacional Gris GADMT.



Figura All. 31 Recolector Internacional Gris GADMT.



Figura All. 32 Retroexcavadora New Holland amarilla GADMT.



Figura All. 33 Motoniveladora New Holland amarilla GADMT.



Figura All. 34 Rodillo Sakai amarillo GADMT.



Figura All. 35 Excavadora New Holland amarilla GADMT.

ANEXO III

CERTIFICADO OTORGADO POR EL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DE TULCÁN**

Tulcán 27 de abril del 2018

**JEFATURA DE TALLERES
MAQUINARIA Y EQUIPOS DEL GAD MUNICIPAL DE TULCAN**

CERTIFICADO.

Por medio del presente documento me permito certificar que el Sr. Jhon Jairo Ayala Villarreal portador de la cedula 040153959-8, ha culminado de manera satisfactoria con el proceso de estudio, aplicación e implementación del **SISTEMA DE MANTENIMIENTO CBM, JUNTAMENTE CON EL SOFTWARE INFORMÁTICO MP9**, cumpliendo con el respectivo proceso para análisis de mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo de la flota vehicular del GAD Municipal de Tulcán en el periodo de seis meses desde el 1 de Octubre Hasta la presente fecha, vale mencionar que el proyecto de titulación ayudo a la organización de documentación que requiere la Jefatura de Talleres, referente a los mantenimientos de vehículos y maquinaria pesada, en base a la programación de los mismos, calculando automáticamente el número de mantenimientos aplicados y así como la reducción de costos programados de la municipalidad en un porcentaje del 13%. Es importante recalcar que el software MP9 se encuentra en funcionamiento dentro de la Jefatura de Talleres.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte y al Ingeniero Carlos Mafla director del tema de titulación, por el apoyo brindado durante el proceso de aplicación del tema.

Atentamente

Ing. Luis J. Rosero I.

JEFE DE TALLERES MAQUINARIAS Y EQUIPOS GAD MT.

Figura AIII.1 Certificado GADMT